Repertorium specierum novarum regni vegetabilis

Herausgegeben von **Prof. Dr. phil. Friedrich Fedde.**

Beihefte / Band XCIX

Elisabeth Stodiek

Soziologische und ökologische Untersuchungen an den xerotopen Moosen und Flechten des Muschelkalkes in der Umgebung Jenas.

Mit 15 Tafeln.

Ausgegeben am 15. Dezember 1937.

Preis 10.— RM.

DAHLEM bei BERLIN
FABECKSTR. 49
1937

Inhalt.

Seite

Einleitung 1
A. Allgemeiner Teil 3
I. Die allgemeinen Landschaftsverhältnisse um Jena 3
a) Geologie 3
b) Klima 3
c) Vegetation 4
II. Terminologie 6
B. Spezieller Teil 7
I. Soziologische Untersuchungen 7
a) Die bestehenden xerotopen Moos- und Flechtengesellschaften 7
b) Die Eingliederung der Kleinpflanzengesellschaften in die Assoziationen höherer Einheit . . . 16
c) Die Verbreitung der Kleinpflanzengesellschaften an den Hängen des Saaletales von Kahla bis Naumburg 20
d) Sukzessionen 20
1. Die Besiedlung der kahlen Felsen 21
2. Die Besiedlung von Detritus 21
II. Ökologische Untersuchungen 24
a) Edaphische Faktoren 24
1. Struktur des Substrates 24
2. Azidität des Substrates 25
b) Relieffaktoren 26
1. Neigung 26
2. Exposition 27
c) Klimatische Faktoren 28
1. Allgemeines 28
2. Spezielles 31
aa) Licht 31
bb) Wärme 34
cc) Feuchtigkeit 39
d) Zusammenfassende Ergebnisse der ökologischen Untersuchungen 44
Schluß 45
Nachwort 46

Schrifttum.

1. Amann, I.: Bryogéographie de la Suisse. — Mat. Flore Cryptogam. Suisse VI 2, (1928).
2. Bachmann, E.: Die Beziehungen der Kalkflechten zu ihrem Substrat. — Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 8, 141—145 (1890).
3. „ Kalklösende Algen. — Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 33, 45—57 (1915).
4. „ Ein kalklösender Pilz. — Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 34, 581—591 (1916).
5. Braun-Blanquet, J.: Pflanzensoziologie. — Berlin 1928.
6. Braun-Blanquet, J. and Pavillard, J.: Vocabulary of Plant Sociology. — Montpellier (1930).
7. Brotherus, V. F.: *Musci*, In Engler u. Prantl.: Die natürlichen Pflanzenfamilien. Bd. 10 u. 11, Leipzig (1924/25).
8. Dorno, C.: Physik der Sonnen- und Himmelsstrahlung. — Braunschweig (1919).
9. Drude, O.: Der Hercynische Florenbezirk. — Leipzig (1902).
10. Du Rietz, E.: Zur Vegetationsökologie der ostschwedischen Küstenfelsen. — Beih. z. Bot. Centralbl. 19, Erg. Bd. Drude Festschrift 61—112 (1932).
11. „ Classification and Nomenclature of Vegetation. — Svensk Bot. Tidskr. 24, 489—503 (1930).
12. Frey, E.: Die Vegetationsverhältnisse der Grimselgegend im Gebiet der zukünftigen Stauseen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Besiedlungsweise von kalkarmen Silikatfels- u. Silikatschuttböden. — Mitt. d. Naturf. Ges. Bern 6, (1922) u. in d. Jahrb. d. Philosoph. Fakultät II d. Univ. Bern, I, 85—91 (1921).
13. Fritzsche, G.: Untersuchungen über die Gewebetemperaturen von Strandpflanzen unter dem Einfluß der Insolation. — Beih. z. Bot. Centralbl. 50, Abt. I, 251—322 (1933).
14. Gams, H.: Prinzipien der Vegetationsforschung. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. in Zürich, 63, 293—493 (1918).
15. „ Von den Fallatères zur Dent de Morcles. — Beitr. zur geobot. Landesaufn. 15, 1—760, Bern (1927).
16. „ Bryo-Cenology (Moos-Societies). — In Verdoorn, Fr.: Manual of Bryology, 323—366, Haag (1932).
17. Geiger, R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. — Braunschweig (1927).
18. „ Mikroklima und Pflanzenklima. — In Köppen W. u. Geiger, R., Handb. d. Klimatologie, Bd. I, Teil D, 1—46 Berlin (1930).
19. Grebe, C.: Die Kalkmoose und deren Verbreitung auf der Kalkformationen Mitteldeutschlands. — Festschrift d. Vereins f. Naturkunde zu Cassel, 195—258. — Cassel (1911).
20. „ Studien zur Biologie und Geographie d. Laubmoose. — Hedwigia, 59, (1917).

21. Greter, P. F.: Die Laubmoose des oberen Engelbergertales. — Engelberg (1936).

22. Heilig, H.: Untersuchungen über Klima, Boden und Pflanzenleben des Zentralkaiserstuhls. Zeitschr. f. Bot. 24, 225—279, (1930/31).

23. Herzog, Th.: Geographie der Moose. — Jena (1926).

24. Hesselbo, A.: Bryophyta of Iceland. — Botany of Iceland. Part. 2 pp 579, Kopenhagen reprinted (1918).

25. Hilpert, F.: Studien zur Systematik der Trichostomaceen. — Beih. z. Bot. Centralbl. 50, Abt. II, Heft 3, 585—706 (1933).

26. Hoss, W.: Die Methoden der Messung der Wasserstoffionenkonzentration im Hinblick auf botanische Probleme. — Beih. z. Bot. Centralbl. 49, I. Abt. 1—98 (1932).

27. Huber, B.: Die Beurteilung des Wasserhaushaltes der Pflanze. — Jahrb. f. wiss. Bot. 64, 1—120 (1925).

28. Huber, B.: Der Wärmehaushalt der Pflanzen. — Naturwissenschaft u. Landwirtschaft. Heft 17, Freising-München (1935).

29. Irmscher, E.: Über die Resistenz d. Laubmoose gegen Austrocknung und Kälte. — Jahrb. f. wiss. Bot. 50, 387—449 (1912).

30. Jensen, Ch.: Die Himmelsstrahlung. — Im Handb. d. Physik, Kap. 4, (1928).

31. Kaiser, E.: Die Felsenheide im fränkischen Muschelkalk. — Repert. spec. nov. reg. veg., Beih. 46, 30—40 (1927).

32. Koppe, F.: Beobachtungen über Frostschäden an Moosen (1927—1930). Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 49, 35—51 (1931).

33. Kraus, G.: Boden und Klima auf kleinstem Raum. — Jena (1911).

34. Limpricht, K. G.: Die Laubmoose Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. — In Rabenhorst's Kryptogamenflora (1890, 1895 und 1904).

35. Mägdefrau, K.: Untersuchungen über die Wasserdampfaufnahme der Pflanzen. — Zeitschr. f. Bot. 24, 417—450 (1930/31).

36. Mattick, F.: Bodenreaktion und Flechtenverbreitung. — Beih. z. Bot. Centralbl. 49, Erg. Bd. Drude-Festschr., 241—271 (1937).

37. Meisel, S.: Die Pflanzenformationen der Gegend von Jena und ihre Beziehungen zu den Formen der Landschaft, ungedruckte Dissertation. — Jena 1917. — Auszug in d. Mitt. der geogr. Ges. f. Th. 37, Jena (1924).

38. Müller, K.: Untersuchung über die Wasserdampfaufnahme durch Moose und verschiedene andere Pflanzen und Pflanzenteile. — Jahrb. f. wiss. Bot. 46, 587—598 (1909).

39. Ochsner, F.: Studien über die Epiphytenvegetation der Schweiz. — Jahrb. St. Gall. naturw. Ges. 63, II. Teil, 1—106 (1928).

40. Oettli, M.: Beiträge zur Oekologie der Felsflora. — Beitr. St. Gall. Naturf. Ges. u. Diss. Zürich (1905).

41. Paul, H.: Beitrag zur Oekologie der Lebermoose. — Bryolog. Zeitschr. I. Bd. Heft 4, S. 1—8 (1916).

42. Röll, J.: Die Thüringer Torfmoose und Laubmoose und ihre geographische Verbreitung. — Mitt. d. Thüring. Bot. Vereins, Heft 32, Weimar (1915).

43. Rübel, E.: Geobotanische Untersuchungsmethoden. — Berlin (1922).

44. Schade, A.: Pflanzenökologische Studien an den Felswänden der Sächsischen Schweiz. — Engler, Bot. Jahrb. 48, 119—210 (1913).

45. „ Über den mittleren jährlichen Wärmegenuß von *Webera nutans* (Schreb.) Hedw. und *Leptoscyphus Taylori* (Hook.), Mitt. im Elbsandsteingebirge. — Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 35, 490—505 (1917).

46. Schade, A.: Über den Wärmegenuß einiger Moose u. Flechten am Valtenberge. — Sitz.-Ber. u. Abh. Naturw. Ges. Isis Dresden. (1927/28), S. 38—55.

47. „ Die Kryptogamische Pflanzenwelt an den Felswänden des Elbsandsteingebirges und ihre Umweltbedingungen. — Repert. Fedde, Beih. LXXVI (1934).

48. Schanderl, H.: Oekologische und physiologische Untersuchungen an der Wellen- und Muschelkalkflora des Maintales zwischen Würzburg und Gambach. — Planta 10, 756—810 (1930).

49. „ Ein Aktinometer für Botanische Zwecke. — Planta 22, 428—442 (1934).

50. Tobler, F.: Biologie der Flechten. — Berlin (1925).

51. Vareschi. V.: Die Epiphytenvegetation von Zürich. (Epixylenstudien II) — Ber. d. Schweiz. Botan. Ges., Festbd. Rübel 46, 445—488 (1936).

52. Volk, O.: Beiträge zur Oekologie der Sandvegetation der oberrheinischen Tiefebene. — Zeitschr. f. Bot. 24, 81—185 (1930/31).

53. „ Ein neuer für botanische Zwecke geeigneter Lichtmesser. — Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 52, 195—202 (1934).

54. Walter, H.: Verdunstungsmessungen auf kleinstem Raume in verschiedenen Pflanzengesellschaften. — Jahrb. f. wiss. Bot. 68, 233—288 (1928).

55. Waser, E.: Temperaturmessungen mit Thermoelementen. — In Abderhalden, Handb. d. biolog. Arbeitsmethoden, Abt. V. Teil 1, Heft 3, 434—458 (1927).

56. Wisniewski, T.: Les associations des Muscinées *(Bryophyta)* épiphytes de la Pologne, en particulier celles de la forêt vierge de Bialowieza. — Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres. 293—342 (1929).

57. Zeller, A.: Über Licht- und Strahlungsmessungen in der Pflanzenphysiologie. — Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 52, 581—594 (1934).

Einleitung.

Die Unauffälligkeit der Moose und ihr geringer Anteil an der Vegetationsdecke erklärt es, daß im Vergleich zu den Samenpflanzen die soziologische und ökologische Bearbeitung der Bryophyten erst in den Anfängen steht. Ökologische Untersuchungen an Moosgesellschaften sind von Schade (1913 u. 1934) in der Sächsischen Schweiz, Amann (1928) in der Schweiz, Greter (1936) im Engelbergertal der Schweiz und von Ochsner (1928) an den Epiphytengesellschaften der Schweiz gemacht worden. Ochsners Hauptarbeit besteht aber in den soziologischen Untersuchungen. Einige Angaben über die Vergesellschaftung von Moosen finden sich außerdem bei Grebe (1911 u. 1917), Frey (1922), Herzog (1926) und Gams (1927 u. 1932). Von Wisniewski (1929) liegt eine soziologische Bearbeitung der epiphytischen Moose Polens vor, von Vareschi (1936) eine entsprechende der Epixylengesellschaften Zürichs und seiner Umgebung. Kaiser (1927) stellte einige typische Moos- und Flechtengesellschaften der Felsenheide im fränkischen Muschelkalk fest. Ökologische Beobachtungen an Moosen ohne Beziehung zu ihrem soziologischen Verhalten machten Irmscher (1912), H. Paul (1916), Schade (1917), Hesselbo (1918) und Koppe (1931).

Meine Aufgabe war, in der Umgebung Jenas, und zwar im Gebiet des Muschelkalks typische Assoziationen xerotoper, d. h. Trockenheit ertragender Moose festzustellen und zu untersuchen, welche Faktoren der Umwelt oder des Zusammenlebens das Werden dieser Gesellschaften maßgebend beeinflussen. Soweit Flechtengesellschaften einen charakteristischen Bestandteil des Gebietes bilden, wurden sie ebenfalls berücksichtigt. Vielfach bestehen Übergänge zwischen den Assoziationen der Flechten und denen der Moose, so daß sich schon daraus eine gemeinsame Behandlung der Bryophyten und Thallophyten ergibt.

Die Beobachtungen wurden in 2 Jahren, vom Herbst 1934 bis zum Herbst 1936 gemacht. Sie erstreckten sich über das Gebiet von Kahla bis Naumburg längs der Saale. Messende Untersuchungen wurden auf die nächste Umgebung Jenas beschränkt; auf diese Weise konnte ich an allen geeigneten Tagen 10—12 Stunden oder länger messen. Das war zur Erreichung möglichst vollständiger Ergebnisse notwendig, da mir kein Registrierapparat zur Verfügung stand. Er hätte auch nicht ohne dauernde Aufsicht aufgestellt werden können.

Zum besseren Verständnis der Bedingungen, unter denen die Moos- bzw. Flechtengesellschaften gedeihen, und ihrer Eingliederung in die Assoziationen der Samenpflanzen, sollen zunächst die allgemeinen Landschaftsverhältnisse des Untersuchungsgebietes besprochen werden.

A. Allgemeiner Teil.

I. Die allgemeinen Landschaftsverhältnisse um Jena.

Eine ausführliche Schilderung der Landschaft und Vegetation um Jena gibt S. Meisel (1918), so daß ich mich damit begnügen kann, sie kurz zu charakterisieren. Die Eigenart dieser Landschaft beruht auf dem Gegensatz der steilen, meist kahlen Hänge, die zur Saale oder ihren Nebenläufen hin abfallen, und der bewaldeten oder beackerten Hochfläche, durchzogen von tiefeinschneidenden Tälern. Es sind somit auf engem Raum der Charakter einer Gebirgslandschaft und der einer Ebene miteinander vereint.

a) **Geologie:** Das Gebiet gehört geologisch der Triasformation an. Der Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper haben Teil an ihm. Die steilen Hänge werden vor allem vom unteren Muschelkalk gebildet. Er lagert auf dem Röt, aus dem häufig die untere Stufe der Hänge besteht. Der mittlere und untere Buntsandstein treten erst weiter südlich bei Rutha und Rothenstein zu Tage. Der mittlere Muschelkalk, der dem unteren folgt, ist mit seiner sehr geringen Neigung schon der Hochfläche zuzurechnen, die zum größeren Teil dem oberen Muschelkalk angehört. Nur im Norden des Gebietes tritt der Keuper auf; die Saaleaue ist eine alluviale Bildung. Die Schichten liegen, abgesehen von kleinen Störungen, fast horizontal; sie fallen ein wenig nach NNW ein. Meine Untersuchungen beschränken sich auf die steilen Hänge des unteren Muschelkalks in vorwiegend südlichen Lagen. Diese Hänge werden von Felsgürteln durchzogen, von denen die Oolith-Terebratula- und Schaumkalkbänke besonders scharf hervortreten. Sehr häufig steht aber auch der Wellenkalk in Form von Bänken an. Sie bilden an besonders steilen Hängen schroffe Klippen, die z. B. am Jenzig, Johannisberg, Dohlenstein und bei Saaleck weithin zu sehen sind. Bei geringerer Neigung wirken bewegliches Geröll und Verwitterung eher ausgleichend, so daß die Bänke nur noch als schmale Bänder hervortreten. Die Bänke selbst sind durch Schichtfugen und Risse reichlich gegliedert. Sie bieten den Moos- und Flechtengesellschaften mit ihren Wänden, Bändern und Simsen, Terassen, kleinsten Höhlen und Nischen, tiefen und seichten Spalten mannigfaltige Standorte.

b) **Klima:** Das Saalegebiet nimmt klimatisch eine Sonderstellung ein durch seine sehr heißen Sommer und milden Winter (Meisel, 1918 S. 21—23; Schröns, zitiert bei Röll 1915, S. 26.) — (die Wintertemperaturen können aber auch sehr niedrig sein, wie der Winter

1928/29 gelehrt hat, in dem am 12. 2. 29 —28⁰ erreicht[1]) wurden) — durch geringe Niederschläge aber reichliche Nebelbildung, (Meisel, S. 31). Das Jahresmittel der Niederschläge beträgt nach Th. Wagner, (zitiert bei Meisel, S. 29) 578,8 mm; davon fallen die meisten auf die Sommermonate (auch nach Röll, S. 26). Das extremste Klima haben die kahlen Steilhänge und mit ihnen die Felsgürtel, die sie durchziehen.

c) **Vegetation:** Die besonderen Verhältnisse von Boden und Klima bedingen die Eigenart der Vegetation, auf die außerdem die Geschichte der Besiedlung Einfluß gehabt hat. Während heute die Hochflächen meist beackert werden oder aufgeforstet sind und die Saaleaue Äcker oder Wiesen trägt, besitzen die steilen Hänge eine ursprüngliche oder eine ihr weitgehend angeglichene Pflanzenwelt, die sich durch die Ausrottung der Weinberge in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts (Meisel S. 115) weiter ausbreiten konnte.

Die Hänge tragen Steppenheidecharakter. Sie werden zum größten Teil von dem Gras *Sesleria coerulea* bestockt, sind meist bar an Bäumen und spärlichst besiedelt von *Rosa*-Arten, *Juniperus communis* und *Cotoneaster integerrima.* Andere zwar einheimische, aber einst gepflanzte, jetzt verwilderte Sträucher wie *Cornus sanguinea, Crataegus monogyna, Viburnum lantana* und *Alnus incana* nehmen allmählich, vom Tal her vordringend von der Felssteppe Besitz. *Sesleria coerulea* bildet zusammen mit Kräutern, darunter vielen pontischen Elementen, je nach Beschaffenheit und Lage des einzelnen Hanges, ein mehr oder weniger dichtes Seslerietum. Da die *Sesleria*-Halde von Drude — (Formation 16 u. 17) —, Gregor Kraus (1911), Meisel 1918) und Schanderl (1930) eingehend beschrieben ist, gehe ich nur auf eine Gliederung innerhalb des Seslerietums selbst ein. Meisel (S. 144) trennt schon das extreme Teucrietum vom normalen Seslerietum. Ich habe eine noch stärkere Gliederung vorgenommen und unterscheide nach der Dichte der Besiedlung:

1. Ein sehr extremes Seslerietum, in dem höchstens ⅛ der Gesamtfläche bewachsen und die Artenzahl der Begleitpflanzen gering ist; sie beträgt durchschnittlich 5.

An den extremsten Stellen, die sich meist durch stark bewegliches Geröll auszeichnen, geht es in ein Teucrietum über, das ausschließlich aus *Teucrium montanum* besteht.

2. Ein extremes Seslerietum, bei dem ⅛—½ der Gesamtfläche besiedelt sind und eine größere Artenzahl der Begleiter vorhanden ist, durchschnittlich 10. Dieses ist am häufigsten vertreten.

3. Ein gemässigtes Seslerietum, von dessen Gesamtfläche mehr als ½ mit Vegetation bedeckt ist, *Sesleria* aber anderen Arten gegenüber zurücktritt. Die Artenzahl der Begleiter steigt auf 10—20[2])

In dem sehr extremen Seslerietum kommen außer *Sesleria coerulea* noch *Teucrium montanum* und *T. chamaedrys* und seltener *Thymus chamaedrys* und *Euphorbia cyparissias* vor. Das extreme

---

[1]) Diese Angabe ist den Aufzeichnungen der meteorologischen Station von Jena entnommen, gemessen wurde im Garten der Sternwarte.

[2]) Die Bestandesaufnahmen, die zu dieser Unterscheidung Anlaß gaben, sollen hier nicht angeführt werden, da sie außerhalb des Rahmens der Arbeit liegen.

Seslerietum enthält fast immer die zuvor genannten Arten; dazu gesellen sich *Anthericum ramosum*, das sogar beherrschend werden kann, *Brachypodium pinnatum, Lotus corniculatus, Carlina acaulis, Hippocrepis comosa* und seltener *Bromus erectus; Centaurea Jacea, Epipactis rubiginosa, Listera ovata, Thalictrum minus, Scabiosa ochroleuca* (nur bei Saaleck), *Anemone silvestris* und *Anemone Pulsatilla*. Im gemäßigten Seslerietum häufen sich die im extremen nur selten und vereinzelt auftretenden Arten. An Charakterarten kommen *Bupleurum falcatum, Salvia pratensis, Sanguisorba minor, Cirsium acaule, Scorzonera hispanica, Asperula glauca* und *Aster Amellus* hinzu. Im Xerobrometum ist *Bromus erectus* beherrschend; *Sesleria* kommt dagegen nur noch vereinzelt vor. An neuen Arten finden sich: *Scabiosa Columbaria, Plantago media, Pimpinella Saxifraga, Carlina vulgaris, Carex humilis, Achillea millefolium, Potentilla verna* und *Dianthus Carthusianorum*.

Exposition: Das sehr extreme Seslerietum kommt an Hängen mit 30—35⁰ Neigung[1]) in SSO—SSW Exposition[2]) vor — (nach Kraus (1911, S. 110) und Schanderl (1930, S. 778) finden sich reiner Xerophytismus bezw. reine *Sesleria*-Assoziationen in S—SW Lagen) —, das extreme bei 27—35⁰ Neigung von O—WNW und das gemäßigte bei 25—30⁰ Neigung und OSO—SO Exposition.

An 20—30⁰ geneigten Hängen, in WSW und SSO Lagen, auf humosem oder lehmigem Boden wird das Seslerietum von dem Xerobrometum abgelöst, das mit den von Meisel (S. 152) beschriebenen Triften weitgehend identisch ist. Die Artenzahl steigt hier durchschnittlich auf 20 und mehr.

An geschützten Stellen der Felssteppe, beim Übergang des Seslerietum zum Gebüsch oder Wald ist es stark von mediterranen Elementen durchsetzt, z. B. *Ophrys apifera, muscifera* und *aranifera, Lactuca perennis, Coronilla vaginalis* und *montana, Scorzonera hispanica*, während das ebenfalls mediterrane *Himantoglossum hircinum* geschützte Stellen des Xerobrometum bevorzugt. *Himantoglossum hircinum* findet sich nur im Leutratal. *Ophrys aranifera* fand ich außer bei Jena in der Nähe von Altenberga innerhalb eines Seslerietums im lichten Gebüsch.

Innerhalb der Steppenheide bilden die Pflanzen der Felsgürtel ein eigenes floristisches Element. Moose und Flechten herrschen hier vor. Wenn durch eine genügend dicke Humusschicht ausreichender Boden geschaffen ist, dringen vereinzelt Kräuter aus dem Seslerietum oder Xerobrometum in die Assoziationen der Moose und Flechten ein.

Diese Felsgürtel haben Teil an dem Bild der Landschaft, das von den Steilhängen, tiefen Tälern und Hochflächen geprägt wird.

Ihre Kleinpflanzengesellschaften sollen im Folgenden behandelt werden.

---

[1]) Alle, auch die später gemachten Angaben von Neigungen beruhen auf Schätzungen, die durch gelegentliche Messungen mittels eines Lotes kontrolliert wurden.

[2]) Das bedeutet, wie auch bei allen folgenden Angaben der Exposition, mit dem Lauf der Sonne in der Richtung O—S—W—N; also hier von SSO über S bis SSW.

II. Terminologie.

Bevor ich auf meine Untersuchungen eingehen kann, muß ich die angewandten Termini erklären.

Nach der Mitteilung der geobotanischen Sektion des 6. Internationalen Botanischen Kongresses (Ber. d. deutschen Bot. Ges. Bd. 53 S. 775 (1935) wird empfohlen:

„1. Den Terminus Soziation für insbesondere durch Dominanz in den verschiedenen Schichten gekennzeichnete Vegetationseinheiten im Sinne der skandinavischen Pflanzensoziologen zu verwenden.

2. Den Terminus Assoziation für insbesondere durch Charakterarten und Differentialarten gekennzeichnete Vegetationseinheiten im Sinne der Zürich-Montpellier-Pflanzensoziologen . . . zu verwenden . . ."

Die Soziation setzt sich nach Ansicht der Skandinavier (Du Rietz, 1930 u. 1932) aus einer oder mehreren Konsozionen, den elementaren pflanzensoziologischen Einheiten, zusammen, die ebenfalls durch Dominanz bestimmt sind.

Diese Begriffe sind zur soziologischen Erforschung der Samenpflanzen geschaffen worden. Die Definition ist daher auf ihre Verhältnisse zugeschnitten. Bei dem Versuch, sie auf die Moose und Flechten anzuwenden, ergeben sich Schwierigkeiten; denn die Einordnung dieser Gesellschaften unter den einen oder anderen Begriff hängt davon ab, wie die Eigenschaften ihrer Glieder subjektiv bewertet werden. So kann ich z. B. je nachdem, was ich für wesentlich halte, von einer *Thalloedema-coeruleonigricans-Lecidea-decipiens*-Konsozion oder -Assoziation sprechen; denn ganz sicher handelt es sich einmal um die kleinsten pflanzensoziologischen Einheiten mit deutlicher Dominanz der *Thalloedema coeruleonigricans*, zum anderen kann ich *Thalloedema* aber auch als Charakterart der gleichnamigen Assoziation ansehen. Auch bildet sie innerhalb der Assoziation der Samenpflanzen, des Seslerietums, ein so selbständiges Element, daß sie dieser nicht unterzuordnen, sondern gleichzustellen ist. Dasselbe gilt für die meisten anderen Gesellschaften. Daher ist es schwierig, Dinge, die in der Natur fließend und voller Uebergänge sind, durch scharf definierte Begriffe, die notwendig verallgemeinern, darzustellen. Für die Thallophyten und Bryophyten ist es sicher nicht nur nicht notwendig, sondern sogar verwirrend, wenn sie in Grenzen gezwängt werden, die für sie nicht bestehen.

Ich entscheide mich daher, um nicht noch einen neuen Begriff zu prägen, der nur für diesen Spezialfall Gültigkeit hätte, für den Ausdruck Assoziation und bezeichne die Moos- und Flechtengesellschaften wegen ihrer geringen Ausdehnung im Verhältnis zu den Samenpflanzen nach Herzog als Mikroassoziationen[1]) oder Kleinpflanzengesellschaften.

Ähnliche Schwierigkeiten bietet bei der Anwendung auf die Moose und Flechten die Scheidung von Standort und Lebensort, wie Gams (1918, S. 308 u. f.) sie vornimmt. Danach soll der Standort die

[1]) Nach Du Rietz (1930, S. 492) ist „micro-association" die frühere Bezeichnung der Skandinavier für die jetzt von ihnen als Soziation bezeichnete Einheit.

größeren Einheiten, die Lokalitäten, umfassen, bei denen „in den großen Zügen gleichartige Faktoren" eine mehr oder weniger einheitliche Vegetation bewirken, der Lebensort dagegen „Lokalitäten mit kleinstem Raum", an denen „alle physikalischen und chemischen Faktoren völlig einheitlich sind". Demnach hätten alle xerotopen Moose und Flechten des hiesigen Muschelkalks denselben Standort, nämlich die Kalkbänke, und nur einen verschiedenen Lebensort, Höhlen, Fugen usw.

Da Gams unter dem Standort andererseits mit Öttli (1905 p. 7) — zitiert bei Gams 1918 S. 307 — „einen jeden in seinen Eigentümlichkeiten häufig wiederkehrenden Bodenkomplex" versteht[1]), ist dieser Begriff aber auch auf die Zenith-, Neigungs-, Stirnflächen, Höhlen, Fugen und Spalten der Kalkbänke, also auf die verschiedenen Moos-„Standorte", anzuwenden.

In diesem Sinne will ich von einem „Standort" sprechen, zu dessen Charakterisierung sowohl die ökologischen Faktoren als auch die floristische Eigenart verwertet werden sollen. Eine entsprechende Definiton des Standortes gibt auch Braun-Blanquet (1928, S. 18 u. 19), wenn er ihn als den „Wohnplatz einer Art oder einer Pflanzengemeinschaft unter Einschluß aller darauf einwirkenden Faktoren, aber unter Ausschluß des Wettbewerbs der Pflanzen selbst" bezeichnet.

In der Bezeichnung der Moose folgte ich im allgemeinen Brotherus (1924, 1925), in der Behandlung der Trichostomaceen als eigene Familie Hilpert (1933). Die Flechten wurden von Zahlbruckner bestimmt, die von ihm mitgeteilten Namen werden beibehalten.

B. Spezieller Teil.

I. Soziologische Untersuchungen.

a) Die bestehenden xerotopen Moos- und Flechtengesellschaften.

Methodik: Um aus der Fülle der vorhandenen Vergesellschaftungen von Moosen und Flechten typische Assoziationen zu erfassen, wurden möglichst viele vollständige Einzelbestände untersucht. Hierbei bediente ich mich der Braun-Blanquet'schen Methode der Gesamtschätzung, einer Kombination von Deckungsgrad (Dominanz) und Individuenzahl (Abundanz) mittels folgender sechsteiliger Skala:

+ = spärlich oder sehr spärlich vorhanden, Deckungswert gering,
1 = reichlich aber mit geringem Deckungswert,
2 = sehr zahlreich oder mindestens 1/20 der Aufnahmefläche deckend,
3 = Individuenzahl beliebig, 1/4—1/2 der Aufnahmefläche deckend,
4 = Individuenzahl beliebig, 1/2—3/4 der Aufnahmefläche deckend,
5 = mehr als 3/4 der Aufnahmefläche deckend.

[1]) Gams betont allerdings, daß es sich hierbei um einen nicht zu kleinen Abschnitt der Erdoberfläche handelt.

Diese Methode erwies sich als besonders geeignet, weil auch sehr kleine Moose und Flechten, die reichlich vorkommen, aber nur wenig decken, genügend berücksichtigt werden. Die Aufnahmefläche war bei den einzelnen Gesellschaften verschieden groß. Sie umfaßte in den meisten Fällen das ganze Assoziationsindividuum; ihre Größe konnte von wenigen Quadratzentimetern bis zu mehreren Quadratmetern schwanken. Die Anzahl der Aufnahmen, die von einer Gesellschaft gemacht wurden, betrug je nach der Häufigkeit ihres Vorkommens zehn bis siebzig. Sie sind zum Teil in beiliegenden Tabellen dargestellt.

Mit Hilfe dieser Methode und vor allem durch das Sehenlernen von typischen und immer wiederkehrenden Gesellschaften konnte ich folgende Assoziationen von Moosen und Flechten unterscheiden: (Ihre genaue Zusammensetzung ist aus den beiliegenden Tabellen zu ersehen.)

a) an den Neigungs- und Stirnflächen der Kalkbänke:

1) In O—WSW Exposition:
die *Thalloedema-coeruleonigricans* - *Lecidea-decipiens*-Assoziation. (Abb. Nr. 1 u. 2 auf Tafel I, Tabelle Nr. I s. S. 9).

Thalloedema, die hellblaue, shwarzgesprenkelte Krustenflechte, hat als Charakterart zu gelten, die gleichzeitig dominiert. Sie überzieht von den mit Detritus gefüllten Fugen aus die Simse und Bänder der Wellenkalkschichten, kann in ihrer reichsten Ausbildung im Zusammenhang bis 1 qm decken, hält sich aber meistens enger an den Ausgangsort.

Mit ihr zusammen wächst fast immer die rosarote *Lecidea decipiens;* diese Krustenflechte ist auch Charakterart; sie tritt aber nur verstreut in einzelnen Lagern, meist am Rande der von *Thalloedema* eingenommenen Fläche auf. Mehr zufällig können mit ihnen *Dermatocarpon hepaticum*, die Gallertflechte *Collema furvum* und die Moose *Tortula ruralis* und *montana*, *Grimmia apocarpa*, *Barbula cordata* und *fallax* und *Tortella inclinata* vergesellschaftet sein.

2) In OSO-NNW Exposition, an Standorten, die denen der *Thalloedema*-Assoziation[1]) entsprechen aber auf festem Gestein die *Grimmia-pulvinata*-*Orthotrichum-anomalum*-bezw. *O.-anomalum*- var. -*montanum*-(= *saxatile* Wood)-*Grimmia-apocarpa*-Assoziation. (Tabelle II s. S. 10, Abb. 3 auf Tafel II).

Hier dominiert *Grimmia pulvinata*, die ich des öfteren in großen Polstern bis zu 10 cm Durchmesser, in Reinassoziationen von großer Ausdehnung fand.

Alle Glieder dieser Assoziation sind zwar als Felsmoose nicht an Detritus gebunden, entstehen aber häufig auf stärker verwittertem Gestein in Rillen und Fugen und wachsen von da aus mit dem nackten Fels als Unterlage über diesen fort. Auf losen Kalkblöcken, auf denen diese Assoziation häufig ist, tritt meist *Grimmia apocarpa* beherschend auf. Auch dort fand ich junge Anflüge in kleinsten, Detritus enthaltenden

---

[1]) Ich werde die Assoziationen außer in dieser Aufzählung nur mit dem Namen der ersten angeführten Art bezeichnen, soweit Verwechslungen ausgeschlossen sind.

Tabelle I.

Nummer der Einzelbestände	Vitalität	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Thalloedema coeruleonigricans	●	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4
Lecidea decipiens	●	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	1	1	2	—	—	—	—	1	1
Dermatocarpon hepaticum	●	1	—	—	2	—	3	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	—	—	—
Collema furvum	⊙	—	2	—	—	—	3	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	1	—
Tortella inclinata	⊙	—	1	—	—	—	1	—	—	—	1	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Tortula muralis	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3	—	—	2	—	—	2	—	—
Tortula montana bezw. *ruralis*	⊙	—	—	—	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Grimmia apocarpa	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Barbula fallax	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Didymodon cordatus	⊙	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

● gut entwickelte, regelmäßig ihren vollständigen Lebenskreislauf abwickelnde Pflanzen.

⊙ kräftig entwickelte, sich vermehrende Pflanzen, die aber ihren Lebenszyklus in der Regel nicht vollständig abwickeln.

◎ kümmerlich vegetierende, sich vermehrende Pflanzen, die ihren Lebenskreislauf nicht vollständig abwickeln.

Nummer der Einzelbestände	Vitalität
Grimmia pulvinata	●
Orthotrichum anomalum var. *montanum*	●
Grimmia apocarpa	●
Barbula rigidula	●
Collema furvum	⊙
(Cladonia pyxidata)	⊙

Nummer der Einzelbestände	Vitalität
Toninia candida	●
Leptogium plicatile	●
Collema furvum	⊙

Nummer der Einzelbestände	Vitalität
Aloina stellata	●
Aloina ericaefolia	●
Dermatocarpon hepaticum	●
Collema furvum	⊙
Didymodon cordatus	⊙
Barbula fallax	●

Tabelle II.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	3	3	2	1	2	2	4	2	4	2	1	3	5	4	5	3	4	3	2
—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	3	2	—	—	—	—	—	—	—
—	—	2	—	3	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	4
—	—	—	—	3	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle III.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	4	3	3	2	2	2	2	1	3	4	3	3	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1

Tabelle IV.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	3	2	2	—	4	3	3	2	3	2	2	3	4	5	3	—	—	4	—
—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	—	5
—	—	—	—	—	—	3	2	3	3	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
1	—	2	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Rillen. In dieser Gesellschaft kommen als fremde Einsprenglinge die Ubiquisten — (Ubiquisten wenigstens innerhalb der xerotopen Kleinpflanzengesellschaften) — *Barbula rigidula, Cladonia pyxidata* und *Collema furvum* vor.

3) In ONO—WSW Exposition, an den senkrechten bis leicht überhängenden Stirnflächen der Terebratulabänke, die von den übrigen xerotopen Assoziationen nicht eingenommen werden, die *Toninia-candida*-Assoziation (Tabelle III s. S. 10. Tab. XIV Nr. 2).

Stellenweise bedeckt diese Krustenflechte die Terebratulabänke mit einem leuchtend weißen, dicken Ueberzug. Begleitpflanzen fehlen ihrer Assoziation meistens. *Toninia candida* vermag nicht wie die endo- und epilithischen Krustenflechten oder wie *Parmelia*-Arten, die mit Haftscheiben versehen sind, das verwitternde Gestein zu besiedeln, sondern ist auf stark verwitterten Fels angewiesen. Sie selbst bewirkt dann wie jene, die den Fels mit Hilfe von Flechtensäuren zu lösen vermögen, (Bachmann, E., 1890, 1915 u. 1916) eine weitere starke Verwitterung des Kalksteins. So fand ich in der Umgebung der *Toninia candida* an der Stirnfläche einer überhängenden Terebratulabank eine ca. 1/2 mm dicke Schicht verwitterten Gesteins, die sich abkratzen ließ; unter einem wohlausgebildeten Flechtenthallus (mit einem Durchmesser von ca. 3—4 cm) betrug sie aber mindestens 3 mm.

4) In NO—WNW Exposition, an den Neigungsflächen oder auf Zenithflächen der Absätze an den Bänken:
die *Aloina-stellata*-Assoziation. Tabelle IV s. S. 10).

Bei ausreichender Detritusschicht besiedelt sie die Flächen herdenartig. Sie bildet im allgemeinen allein diese Assoziation. Die von Röll (1915) in der Jenaer Gegend nur für Wogau angegebene seltenere *Aloina ericaefolia* fand ich in dem Tal, das von Nennsdorf nach Bucha führt und nördlich der Dornburg, beide Male auf den Absätzen von Kalkbänken. Nach Röll kommt sie auch auf Sandstein und Keuper, auf Gips und Lehm vor.

b) Auf den Zenithflächen der Kalkbänke, den ebenen bis schwach geneigten Schutthalden, Einebnungen und ebenen Absätzen bei NO—WNW Exposition des Hanges:
die *Tortella-inclinata - Tortula-ruralis - Tortula - montana*-Assoziation. (Tabelle V s. S. 12. Tab. XV Nr. I).

In dieser Gesellschaft dominiert *Tortella inclinata* sehr häufig; *Tortula ruralis* und *montana* können neben *Tortella inclinata* als Charakterarten gelten. Sehr häufig tritt eine Übergangsform der beiden *Tortula*-Arten auf, die aber nicht mit der von Röll (1915) beschriebenen und für Jena als häufig angegebenen *Tortula calcicola* Grebe identisch ist, wie zunächst vermutet wurde, sondern überhaupt nicht als selbständige Art gelten kann. Ein von Grebe als *Tortula calcicola* bestimmtes Herbarexemplar ließ sich nicht von *Tortula montana* unterscheiden. Es ist daher anzunehmen, daß von Grebe irgendeine Form der hier recht polymorphen *Tortula montana* als *Tortula calcicola* aufgefaßt wurde. *Tortella inclinata*, die verhältnismäßig hohe Ansprüche an die

Nummer der Einzelbestände	Vitalität
Tortella inclinata	⊙
Tortula montana	⊙
Tortula ruralis	⊙
Dermatocarpon hepaticum	●
Caloplaca fulgens	●
Ditrichum flexicaule	⊙
(Cladonia pyxidata)	⊙
Tortula muralis	●
Grimmia apocarpa	●
Barbula rigidula	◎
Tortella tortuosa	⊙
Pterigoneurum cavifolium	●
Barbula fallax	●
Bryum argenteum	●
Bryum spec.	◎
Collema furvum	⊙
Leptogium plicatile	●

Tabelle V.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3	4	4	2	4	3	2	2	3	3	3	4	4	2	3	4	5	4	4	2
—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2
—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	2	2
—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—
—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	2	—
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—

Unterlage stellt, ist am üppigsten an Stellen mit dicker Erdschicht entwickelt.

Die geringe Neigung des Bodens ist charakteristisch für ihren Standort; an steilen Hängen mit viel Geröll ist sie nur in einzelnen, allerdings wohlausgebildeten Polstern zu finden, die sich aber niemals zu Decken zusammenschließen. Es scheint also die große Beweglichkeit des Gerölls eine nur fragmentarische Ausbildung der Assoziation zustande kommen zu lassen. Fast ausschließlich von *Tortella inclinata* werden die oben erwähnten Schutthalden besiedelt. Das Moos gedeiht zunächst zwischen den Steinen, überwächst dann deren Kanten und bildet schließlich bis zu 5 qm große grüne Flächen. — Die *Tortella inclinata*-Assoziation weist in Folge ihrer relativ günstigen Lage die meisten Eindringlinge an Ubiquisten und aus anderen Gesellschaften auf. An Ubiquisten gesellen sich mit ihr: *Barbula rigidula*, *Barbula fallax*, *Tortula muralis*, *Bryum argenteum*, *Dermatocarpon hepaticum*, *Collema furvum*, *Leptogium plicatile* und *Cladonia pyxidata*. Aus anderen Gesellschaften kommen hinzu: *Tortella tortuosa*, *Grimmia apocarpa*, *Thaloedema* und *Ditrichum flexicaule*, das den Moosgesellschaften des Waldes angehört. Häufig tritt in dieser Assoziation die sonst verhältnismäßig seltene *Caloplaca fulgens* Tab. XV Nr. 2 auf, die durch nur gelegentliches massenhaftes Auftreten — und zwar dann an den Neigungsflächen der Bänke — eine eigene Assoziation zu bilden vermag. Innerhalb der *Tortella inclinata*-Assoziation spielen sich die meisten sichtbaren Konkurrenzkämpfe der verschiedenen Moos- und Flechtengesellschaften ab, auf die in dem Abschnitt über Sukzessionen noch näher eingegangen werden soll.

c) an den Zenith-, Neigungs- und Stirnflächen, bei reichlichem Detritus, in WSW—SO Exposition:

die *Encalypta-contorta-Tortella tortuosa-Ctenidium-molluscum*-Assoziation. (Tabelle VI, s. S. 14.)

Sie ist nicht in dem Maße wie die bisher behandelten zu den xerotopen Assoziationen zu zählen, was deutlich aus ihrer Bevorzugung der W über N bis O-Exp. hervorgeht. Ihre eigentlichen Standorte sind feuchte Felsen und feuchte Gebüsche, die bei dieser Behandlung xerotoper Formen natürlich nicht berücksichtigt werden. Auch in den trockeneren Lagen kann sie die Zenith-, und Neigungsflächen soweit sie Detritus tragen in dichten Decken überziehen; an den Stirnflächen nehmen *Encalypta contorta* u. *Tortella tortuosa* von den Fugen Besitz, während *Ctenidium molluscum* auch den Fels überwächst. In dieser Assoziation fand ich außerdem als zufällige Begleiter aus anderen Gesellschaften: *Grimmia apocarpa*, *Tortella inclinata*, *Ditrichum flexicaule* und außerdem in Fugen als Zeiger für den bedeutend feuchteren Standort die sonst an feuchten Stirnflächen in unserem Gebiet weit verbreitete Luftalge *Trentepohlia aurea*. An Ubiquisten kommen *Barbula rigidula* und *Cladonia pyxidata* vor.

d) in den Spalten, Fugen und kleinsten Höhlen der Kalkbänke,

1) In O—N. Exp.:

die *Trichostomum pallidisetum*-Assoziation. (Tabelle VII s. S. 14).

Tabelle VI.

Nummer der Einzelbestände	Vitalität	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Encalypta contorta	⊙	3	3	4	5	3	4	3	4	3	3	2	4	3
Ctenidium molluscum	⊙	3	—	1	1	—	—	2	3	3	3	3	—	3
Tortella tortuosa	⊙	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Camptothecium lutescens	◎	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	2	3
Ditrichum flexicaule	⊙	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cladonia pyxidata	⊙	—	—	—	1	—	2	—	—	2	—	—	—	—
Grimmia apocarpa	●	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—
Bryum spec.	◎	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
Trentepohlia aurea	⊙	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—

Tabelle VII.

Nummer der Einzelbestände	Vitalität	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Trichostomum pallidisetum	●	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	5	3	4	5	4	4	4	3
Barbula fallax	●	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle VIII.

Nummer der Einzelbestände	Vitalität	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Weisia crispata od. *Hymenostomum tortile*	⊙	2	2	1	+	5	5	1	3	3	3	3	5	2	3	2	3	2	—	—	—
Weisia viridula od. *Hymenostomum microstomum*	⊙	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	2

2) In O—W Exp.:
die *Weisia-crispata-* bezw. *Hymenostomum-tortile-*Assoziation. (Tabelle VIII s. S. 14).

Beide sind als mediterrane Elemente für sonnige Kalkfelsen charakteristisch. Ihnen entspricht auf dem hiesigen Buntsandstein *Pleurochaete squarrosa.* Es lag nahe, zu vermuten, daß diese fremdartigen, aber für das hiesige Gebiet so bezeichnenden Elemente bei ihrer Beschränkung auf kleinste Höhlen, Fugen und Spalten unter günstigeren Bedingungen leben als in der Nähe wachsende Moose mit exponierterem Standort. Um zu prüfen, ob diese Vermutung den wirklichen Verhältnissen entspricht, wurden diese Assoziationen und die ökologischen Faktoren ihrer Standorte besonders aufmerksam beobachtet. *Trichostomum pallidisetum* wurde außer an den genannten Standorten auch am Wegrand, unter Kiefernwurzeln, von *Sesleria*-Büscheln gedeckt, gefunden; überall fruchtete es reichlich. Meist fehlen Begleitpflanzen in ihrer Gesellschaft; nur manchmal findet sich *Barbula fallax* mit ihr vereint. An extremen Standorten, in sehr flachen Fugen, auf angeschwemmtem, die Kanten überdeckenden, feinsandigen Detritus hat sie eine Form gebildet, die Herzog als var. *gregarium* von *Trichostomum pallidisetum* trennt, da sie sich nicht nur durch ein lockeres, herdenartiges Auftreten im Gegensatz zu den dichten Kurzrasen der normalen Form auszeichnet, sondern auch mit ihren breiten Blättern, ihrem mehr elliptischen Kapselumriß und kürzerer Seta eine Zwischenstellung zwischen typischem *Tr.-pallidisetum* und *Tr.-caespitosum* einnimmt. Das einzelne Pflänzchen ist außerdem gedrungener, die Zellen der Bauchseite sind mamillös vorgewölbt und die des Blattgrundes eher quadratisch als rectangulär wie bei *Tr.-pallidisetum.* Diese Varietät fand ich unterhalb der Lobedaburg spärlich fruchtend, an entsprechenden anderen Standorten nur steril. *Weisia crispata* oder *Hymenostomum tortile,* die im sterilen Zustand nicht sicher zu unterscheiden sind, fand ich selten fruchtend, aber immer waren sie vegetativ gut ausgebildet. Sie füllen die Spalten mit einem dichten grünen Rasen. In ihrer Gesellschaft befanden sich vereinzelt *Weisia viridula* oder *Hymenostomum microstomum* — auch sie sind im sterilen Zustand nicht mit Sicherheit zu unterscheiden —. *Weisia viridula* ist sonst an Wegrändern, Wiesen und Waldschlägen sehr verbreitet.

e) In den lichten Gebüschen, die sich verstreut an den Hängen oder beim Übergang zu den Hochflächen, zu Trift, Acker oder Wald, finden:

1) In ONO—WSW Exp.
die *Abietinella-abietina-Rhytidium-rugosum-Entodon orthocarpus-Camptothecium-lutescens-Campylium-chrysophyllum*-Assoziation. (Tabelle IX s. S. 17)

Entodon orthocarpus gilt (Röll S. 155) als südliche Art. Nach Herzog (1926 S. 248) kann man *Rhytidium rugosum, Abietinella abietina, Camptothecium lutescens* und *Entodon orthocarpus* auch als selbständige Begleiter der kontinentalen Gruppe zu den pontischen Elementen rechnen, falls man diese von den mediterranen trennen will. Vermutlich gehören sie dem gleichen Wanderungselement an wie *Anemone silvestris.* Vom Gebüsch aus dehnen sich diese Moose — außer *Entodon* — auch auf die freien Hänge aus, bilden dort aber keine Assoziationen. *Abieti-*

nella abietina siedelt sich gelegentlich in der *Tortella inclinata*-Assoziation an, hält sich aber meist nur an der Randzone, wo sie zwischen *Teucrium chamaedrys* oder unter *Sesleria*-Büscheln Schutz findet.

2) An entsprechenden, aber feuchteren Stellen als die vorige Assoziation in WSW—NO Exp.:
die *Ctenidium-molluscum*-Assoziation. (Tabelle X s. S. 17).

Im lichten Gebüsch kann sie eine große Ausdehnung erreichen; sie gehört aber vor allem den Waldgesellschaften an. Auf den Hängen findet sie sich nur in Fragmenten; feuchte Kalkbänke kann sie in üppiger Ausbildung überziehen und bildet dann meist einen charakteristischen Bestandteil der *Encalypta contorta*-Assoziation.

f) An nacktem Fels, sowohl an Bänken als auch an lockerem Geröll:

1) Bei O—WNW Exp. unter Bevorzugung südlicher Lagen:
Die Assoziation der epilithischen *Caloplaca-variabilis-C.-chalybaea-C.-aurantiaca*. Häufig findet sich in ihrer Gemeinschaft *Lecanora radiosa*. (Tabelle XI s. S. 18).

Charakterart dieser Assoziation ist die gleichzeitig dominierende *Caloplaca variabilis;* sie läßt die Felsen braun-schwarz erscheinen. Weit weniger auffällig sind die blaugraue *C. chalybaea*, die rostbraune *C. aurantiaca* und die weiße *Lecanora radiosa*, die nur kleine Flächen decken.

2) In ähnlicher Exposition wie die vorige, nur nicht über W nach N hinausreichend:
die Assoziation der endolithischen *Verrucaria calciseda* mit der epilithischen *Buellia epipolia*. (Tabelle XII s. S. 18).

Diese unscheinbaren Flechten spielen bei der Verwitterung des Gesteins eine bedeutende Rolle.

3) Bei nördlichen Expositionen:
die *Caloplaca-variabilis-Verrucaria-calciseda*-Assoziation. (Tabelle XIII s. S. 19).

Die dominierenden Arten der beiden zuvor genannten Gesellschaften besiedeln auch nördliche Lagen und bilden einen selbständigen, für Nordexposition charakteristischen Verein während ihre sonstigen Begleitpflanzen hier nur spärlich vertreten sind. Meist fand ich in ihrer Nähe *Trentepohlia aurea* und üppig entwickelte Gesellschaften der *Encalypta contorta*.

b) Die Eingliederung der Kleinpflanzengesellschaften in die Assoziationen höherer Einheit.

Wie schon im allgemeinen Teil (S. 5) erwähnt wurde, befinden sich die Moos- und Flechtengesellschaften innerhalb des Seslerietums, von dessen Ausbildung ihr Vorkommen im allgemeinen unabhängig ist, so daß sie als durchaus selbständige Elemente innerhalb des Seslerietums aufzufassen sind. Es kann z. B. eine *Trichostomum-pallidisetum*- oder *Thalloedema-coeruleonigricans*-Assoziation sowohl in einem sehr extremen und extremen wie auch in einem gemäßigten Seslerietum vorkommen, und zwar in gleich vollkommener Ausbildung.

Tabelle IX.

Nummer der Einzelbestände	Vitalität	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Abietinella abietina	⊙	2	2	1	3	1	4	4	—	—
Rhytidium rugosum	⊙	—	—	1	3	—	—	—	—	3
Entodon orthocarpus	⊙	1	—	2	2	—	—	—	—	—
Camptothecium lutescens	⊙	—	—	—	—	—	—	2	4	1
Campylium chrysophyllum	◎	2	2	—	—	5	4	1	2	2

Tabelle X.

Nummer der Einzelbestände	Vitalität	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ctenidium molluscum	⊙	5	4	3	4	5	4	5	4	3	1	3	2	2
Entodon orthocarpus	⊙	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	2
Hylocomium proliferum	⊙	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—
Ditrichum flexicaule	⊙	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1	—	—	—
Campylium chrysophyllum	◎	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle XI.

Nummer der Einzelbestände	Vitalität	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Caloplaca variabilis	●	3	3	3	3	2	3	2	1	2	2	2	3	2	4	2	3	3	3	3	4
Caloplaca chalybea	●	3	3	3	3	2	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	—
Caloplaca aurantiaca	●	1	—	—	—	2	—	2	+	1	1	1	—	—	—	—	2	—	—	1	—
Lecanora radiosa	●	—	—	2	2	4	1	2	1	—	—	—	—	—	1	2	3	1	—	—	—
Lecanora calcarea	●	—	2	—	—	2	—	—	1	—	—	—	3	—	—	—	—	—	2	—	2
Caloplaca murorum	●	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caloplaca coronata	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—

Tabelle XII.

Nummer der Einzelbestände	Vitalität	1	2	3	4	5	6
Verrucaria calciseda	●	3	3	3	4	—	3
Buellia epipolia	●	—	—	—	—	2	—
Caloplaca coronata	●	—	—	—	—	—	3

Nummer der Einzelbestände	Vitalität
Verrucaria calciseda	●
Caloplaca variabilis	●
Lecanora radiosa	●
Caloplaca chalybea	●
Buellia epipolia	●
Caloplaca murorum	●
Caloplaca aurantiaca	●
Caloplaca coronata	●

3

Tabelle XIII.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	3	2	1	—	+	+	—
2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	1	3	4	4	3
2	—	—	3	2	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	+	—	2
—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Die *Tortella-inclinata*-Assoziation ist dagegen am üppigsten innerhalb eines Xerobrometum entwickelt. Die geringe Neigung und die damit verbundene dicke Erdschicht auf den Zenithflächen der Kalkbänke, der Schutz durch dichteren Gras- und Krautwuchs, durch Sträucher oder einzeln stehende *Pinus silvestris*, durch Hecken von *Prunus spinosa* und *Rosa*-Arten — sie bilden häufig einen Abschluß zur Höhe hin — ermöglichen ein ungestörtes Werden dieser Gesellschaft. Die *Encalypta-contorta*-Assoziation ist in ihrer xerotopen Ausbildung jedoch auf die Hänge mit gemäßigten Umweltbedingungen beschränkt.

c) Die Verbreitung der Kleinpflanzengesellschaften an den Hängen des Saaletales von Kahla bis Naumburg.

Bei der Untersuchung des Saalegebietes von Kahla bis Naumburg fand ich die aufgeführten Assoziationen über das ganze Gebiet an Standorten, die ihnen entsprechen, verbreitet; und zwar umso üppiger ausgebildet, je weiter entfernt von größeren Ortschaften. Im Buntsandsteingebiet um Rothenstein auf der linken und von der Suppiche bis Drakendorf auf der rechten Saaleseite fehlen sie. Doch treten sie in den inselartig mitten im Buntsandstein liegenden Muschelkalkgebieten des Dohlensteins, Pfaffenberges und der Leuchtenburg bei Kahla und der Kulmhöhe südlich vom untersuchten Gebiet wieder auf. Das spricht einerseits für ihre Beschränkung auf Kalkgebiete, für die sie also charakteristisch sind, und andererseits für ihre verhältnismäßig große Verbreitungsfähigkeit, falls sie ihnen zusagende Bedingungen vorfinden.

Trichostomum pallidisetum soll nach Limpricht und Röll selten sein. Die bisher für Thüringen angegebenen Fundorte sind (Röll, S. 140): der Jenzig und Hausberg bei Jena, der Schlifter bei Freyburg a. d. Unstruth, das Jonastal und der Königstuhl bei Arnstadt, der Galgenberg beim Goldberg und das Kirchtal am kleinen Hörselberg bei Eisenach. Ich fand es dagegen in dem ganzen von mir untersuchten Gebiet — also im Saaletal — in Fugen und kleinen Höhlen der Kalkbänke verbreitet.

Auf beiliegender Karte (Tab. XI) sind die Fundorte verzeichnet. Die Hervorhebung dieser einen Art ist dadurch gerechtfertigt, daß sie ein Charaktermoos der Kalkgebiete Mitteldeutschlands ist und den starken mediterranen Einschlag ihrer Flora betont.

d) Sukzessionen.

Die im vorigen Abschnitt aufgeführten Moos- und Flechtengesellschaften sind in der Reihe der Sukzessionen als Anfangs- und Uebergangsstadien aufzufassen (Braun-Blanquet und Pavillard 1930), deren Endstadium (Klimax) mit der Ausbreitung der Samenpflanzen auch auf die Standorte dieser Assoziationen erreicht wird. An sehr extremen Standorten, die nur wenig Arten besiedeln, wie *Toninia candida* an den überhängenden Stirnflächen der Bänke, kann das Anfangsstadium der Besiedlung gleichzeitig Endstadium sein. An-

fangs-, Übergangs- und Endstadium waren bei den sehr langsam wachsenden Moosen und Flechten in der verhältnismäßig kurzen Zeit, in der ich sie beobachtete, nicht direkt zu verfolgen. Sie ließen sich aber aus den verschiedenen Stadien, die ich gleichzeitig von einer Assoziation oder ihren Assoziationsfragmenten fand, mit genügender Sicherheit erschließen. Die Besiedlungsfolge der Kalkbänke soll, soweit sie zu erkennen war, im Folgenden dargestellt werden.

1. Die Besiedlung der kahlen Felsen.

Auf dem kahlen Fels sind wie bekannt, die genannten endo- und epilithischen Flechten die ersten Besiedler und Bodenbereiter. Nach ihnen wird es anspruchslosen Moosen möglich sich anzusiedeln und auszubreiten. Hierzu sind, wie auch Frey (1921, S. 88) behauptet, vor allem die *Grimmia*-Arten befähigt; ich fand, daß sich *Orthotrichum anomalum* ebenso verhält. Es scheint, daß sich diese Moose, die zwar als unmittelbare Felshafter gelten, hier doch erst auf Substrat ansiedeln, das durch Flechten vorbereitet wurde. Ich schließe es aus der Tatsache, daß diese Assoziation nur im Verein mit Krustenflechten auftritt und ich auch junge Pflänzchen, die als *Grimmia pulvinata* bestimmt werden konnten, nur innerhalb der Krustenflechtengesellschaften oder aber in kleinsten mit Detritus gefüllten Rillen vorfand, aber niemals auf völlig kahlem Fels.

2. Die Besiedlung von Detritus.

Als Pionier auf Detritus hat *Pterygoneurum cavifolium* zu gelten, das im Herbst und Frühjahr von den sporadisch auftretenden *Phascum curvicollum* und *cuspidatum*, vielfach auch von *Pottia lanceolata* begleitet, Erdblößen, Weganstiche und überhaupt noch unbesiedelten, frischen Boden in hellgrauen Polstern bedeckt. Im Frühjahr fallen sie durch die reichlichen Kapseln als braune Flecken auf. Daß es sich bei diesen kurzfristigen Assoziationen aber nur um Pionierstadien handelt, konnte ich im einzelnen verfolgen.

Als Erstbesiedler fand ich *Pterygoneurum cavifolium* an lehmigen Blößen, Weganstichen, in Fugen und auf Absätzen von Wellenkalk- und auch Terebratulabänken, und auf Hängen zwischen Geröll. An entsprechenden Orten fand ich *Pterygoneurum*-Polster, die bereits von anderen Moosen durchsetzt waren, und zwar von *Barbula unguiculata* oder *Trichostomum pallidisetum*, *Tortula muralis*, *Thalloedema coeruleonigricans*, während *Pterygoneurum* noch vorherrschte. Für ein noch weiter fortgeschrittenes Stadium in der Reihe der Sukzessionen halte ich diejenigen Moos- und Flechtenvereine, die *Pterygoneurum* nur noch in Resten enthielten, während *Collema furvum* oder *Barbula fallax*, *Aloina stellata*, *Trichostomum pallidisetum*, *Thalloedema coeruleonigricans* es überwuchert hatten. Als selbständiges Element innerhalb einer wohlausgebildeten Assoziation habe ich *Pterygoneurum* nur einmal gefunden und zwar in einer *Thalloedema*-Assoziation. *Pterygoneurum* scheint sich also im Konkurrenzkampf mit anderen Moosen und Flechten nicht behaupten zu können. Dagegen finden die anfangs beschriebenen Kleinpflanzengesellschaften auf den *Pterygo-*

neurum-Polstern ein leichtes Fortkommen, sind aber selbstverständlich nicht an *Pterygoneurum* als Vorgänger gebunden. So fand ich auch häufig in den Fugen der Wellenkalkbänke und auf Mergelton junge Anflüge von *Thalloedema* und *Grimmia pulvinata;* in Spalten diejenigen von *Trichostomaceae.*

Die genannten Assoziationen sind Übergangs- bezw. Anfangsstadien im Laufe der Sukzessionen; sie weisen auch untereinander mannigfache Übergänge auf. Einige besonders häufig beobachtete Vereine zweier oder mehrerer Gesellschaften sollen im Folgenden geschildert werden.

Die *Tortella-inclinata*-Assoziation dehnt sich häufig auch auf die Neigungsflächen der Kalkbänke aus; *Tortula montana, T. ruralis* und *Grimmia apocarpa* sind es vor allem, die noch auf der dünnen Detritusschicht dieser Flächen ihr Fortkommen finden und selbst auf die Stirnflächen der Kalkbänke übergreifen, wo sie dann neben *Thalloedema* stehen. Viel häufiger ist aber der umgekehrte Fall, daß nämlich *Thalloedema* in die *Tortella-inclinata*-Assoziation eindringt. Sie siedelt sich mit Vorliebe auf den Moospolstern an. Ich konnte sie immer wieder auf *Tortella* selbst beobachten. (Tab. XV.)

Solch sichtbare Sukzessionen fand ich am häufigsten an besonders günstigen Moosstandorten, so innerhalb üppiger *Tortella-inclinata*-Assoziationen, in denen *Tortella* allein ganze Quadratmeter decken kann, und daneben *Tortula montana* und *T. ruralis* sich ausdehnen, in denen *Ditrichum flexicaule* die *Tortella*-Polster durchsetzt, und auch *Cladonia pyxidata* ebenso wie *Caloplaca fulgens* größere Flächen einnehmen kann. Schließlich vermögen auch Gefäßpflanzen, vor allem *Teucrium chamaedrys* und *Sedum acre* bis an den Rand der Kalkbank vorzudringen und zwischen ihnen breiten sich die Decken von *Abietinella abietina* aus. In der Reihe der Sukzessionen innerhalb der Kleinpflanzengesellschaften sind dieses die am weitesten fortgeschrittenen Stadien, die ich beobachten konnte.

An Standorten, die für keine Gesellschaft besonders charakteristisch sind — also entweder nur wenig Arten ein Fortkommen gestatten (z. B. *Thalloedema coeruleonigricans, Toninia candida*) oder einer oder mehreren Arten gleich günstige Bedingungen bieten (z. B. *Tortella inclinata* und *Tortula; Trichostomum* und *Hymenostomum)* entscheidet der Zufall über die Zusammensetzung der Vegetation. Ihm ist es daher zuzuschreiben, wenn neben den festgefügten Assoziationen eine bunte Reihe zufällig gewordener Kombinationen besteht. Einige von ihnen, die deutlich zeigen, daß hier Elemente verschiedener Gesellschaften miteinander vereint sind, möchte ich anführen. Westlich von dem Vorwerk Cospoth, in einem engen Tal, geschützt durch den gegenüberliegenden bewaldeten Hang, auf der Stirnfläche einer Kalkbank des oberen Wellenkalks in W-Exp. befinden sich nebeneinander folgende Arten: *Encalypta contorta, Ctenidium molluscum* (allerdings nur kümmerlich entwickelt) und reichlich *Thalloedema coeruleonigricans.* Der in keiner Richtung extreme Standort ist für die Vertreter beider Assoziationen nicht charakteristisch, gewährt ihnen aber ein Fortkommen. Südlich Dürrengleina an der OSO-Wand einer Kalkbank des oberen Wellenkalks besteht eine *Grimmia-pulvinata*-Assoziation

in besonders üppiger Ausbildung. An der Südwand derselben Kalkbank, geschützt durch den gegenüberliegenden Hang, nahen Wald und einzeln stehende Sträucher, wächst außerdem in großen Polstern *Tortella inclinata.* Auch in dieser wenig extremen Lage hat der Zufall über die Zusammensetzung der Moosgesellschaft entscheiden können.

Zuletzt werden die Moos- und Flechtengesellschaften von den Gefäßpflanzen abgelöst. Einige Beispiele sollen dies erläutern.

Die Zenithflächen werden am leichtesten und am häufigsten von den Gefäßpflanzen besiedelt, die von den Hängen, also vom Seslerietum oder Xerobrometum aus in die Kleinpflanzengesellschaften eindringen. Üppig entwickelte Assoziationsindividuen der *Tortella-inclinata*-Assoziation, die viel fremde Elemente enthalten und eine Art Endstadium innerhalb der Sukzession von Moosen und Flechten darstellen, eignen sich hierzu besonders gut. *Teucrium montanum* und *chamaedrys* können als Pioniere gelten; ich fand sie z. B. auf den Zenithflächen einer Terebratulabank. Am Grunde dieser Kräuter waren noch Reste von *Grimmia pulvinata* zu erkennen. An der Grenze von Kalkbank und Hang folgten *Sesleria coerulea*, *Carex humilis* und *Anthericum ramosum.* Zu den Pionieren muß auch *Sedum acre* gerechnet werden, das häufig allein in die Moosgesellschaften eingedrungen war, z. B. am Jenzig in ein Fragment der *Tortella-inclinata*-Assoziation, in dem es Polster von *Tortula ruralis* durchsetzt hatte. Zum Hang hin schloß sich wiederum *Sesleria* an und *Potentilla verna* überwuchs die dort sich breitende *Abietinella abietina.*

Die Absätze der Kalkbänke sind einer Besiedlung durch Samenpflanzen verhältnismäßig leicht zugänglich, da sie ja auch ebene Flächen mit reichlicher Detritusansammlung bieten. Auf den Absätzen einer Terebratulabank in S-Exp. innerhalb einer Gesellschaft von *Grimmia pulvinata*, *Collema furvum*, *Thalloedema coeruleonigricans*, *Toninia candida* und *Tortula muralis*, auf dicker Detritusschicht hatten sich *Melica ciliata*, *Thymus chamaedrys*, *Teucrium chamaedrys* und *Potentilla verna* angesiedelt. An der SSO-Wand einer Terebratulabank, die im ganzen unbesiedelt war, wuchs *Sesleria coerulea*, unter ihr nur kümmerlich *Thalloedema;* an anderer Stelle das gleiche Gras auf *Collema furvum* und *Grimmia pulvinata.*

In den Spalten ist die Besiedlung durch Samenpflanzen schwieriger und daher seltener. Inmitten einer *Thalloedema-coeruleonigricans*-Assoziation in SSO-Exp. fand ich die Spalten von *Teucrium montanum*, *Thymus chamaedrys*, *Euphorbia cyparissias* besetzt. In SW-Exp. fand ich *Euphorbia cyparissias* und *Sesleria* auf *Pterygoneurum cavifolium.*

Ich betone aber, daß die Samenpflanzen zwar in der Besiedlung Moosen und Flechten folgen können, aber nicht auf sie als Bodenbereiter angewiesen sind; sondern in den meisten Fällen wie auf Zenithflächen, Absätzen und in Spalten finden sie genügend angeschwemmte Erde vor, oder aber sie können wie *Cotoneaster* Felsspalten auch ohne Detritus besiedeln.

Die verschiedenen Stadien der Besiedlung, die festgestellt werden konnten, sind also:

1. Das Anfangs- oder Pionierstadium der endo- und epilithischen Krustenflechtengesellschaften, bzw. (auf Detritus) der *Pterygoneurum-cavifolium*-Assoziation.

2. Die Übergangsstadien, zu denen alle übrigen aufgeführten Moos- und Flechten-Assoziationen gehören.
3. Das Endstadium, das noch nirgends erreicht ist, aber wahrscheinlich in einer Ausbreitung des Seslerietum bezw. Xerobrometum auch auf die Kalkbänke zu sehen ist. Ob dieses Stadium jemals erreicht wird, oder ob das Übergreifen nur einzelner Pflanzen der Hänge auf die Kalkbänke schon ein Endstadium ist, müßte weiter beobachtet werden.

II. Ökologische Untersuchungen.

Es wurde schon des öfteren bei der Schilderung der Assoziationen und ihrer Standorte auf die Abhängigkeit der Assoziationsbildung von den Umweltbedingungen, also von den ökologischen Faktoren, hingewiesen. Diese Faktoren zu analysieren und zu sehen, in welchem Grade sie sich bei den verschiedenen Gesellschaften unterscheiden, war meine nächste Aufgabe. Nur wenn die ökologischen Faktoren der Standorte bestimmter Assoziationen Gesetzmäßigkeiten aufweisen, war es berechtigt, von einer Abhängigkeit dieser Gesellschaften von ihrem Standort zu sprechen und diesen bei ihrer soziologischen Bearbeitung als charakteristisches Merkmal zu benutzen.

Zu den Standortsfaktoren rechnen die klimatischen, edaphischen, orographischen- oder Relieffaktoren und die biotischen Faktoren. Wirkungen der biotischen Faktoren also der lebenden Umwelt (Mensch oder Tier) wurden zwar häufig als assoziationszerstörend beobachtet; im Folgenden werden sie aber nicht berücksichtigt, da ihre Wirkungen nur zufällig und nicht charakteristisch für den Standort sind.

a) Edaphische Faktoren.

Als wesentlich für die Bryochamaephyten wurden von den edaphischen Faktoren die geologische Zugehörigkeit, Struktur und Azidität des Substrates untersucht.

Geologie: Geologisch betrachtet sind der untere und obere Wellenkalk bevorzugte Standorte der genannten Kleinpflanzengesellschaften. Im allgemeinen werden die festen Bänke wie Oolith-, Terebratula- und Schaumkalkbänke von ihnen gemieden. Ausnahmen machen die *Toninia-candida*-Assoziation, die ich in schönster Ausbildung an Terebratulabänken fand, und unter den Krustenflechten die *Verrucaria-calciseda-Buellia-epipolia*-Assoziation, die auch an Schaumkalkbänken reichlich vertreten sein kann.

1. Struktur des Substrates.

Von dem zu untersuchenden Substrat stehen nur geringe Mengen zur Verfügung, da Moose nicht wurzeln, sondern nur den obersten Erdschichten angeheftet und in ihren älteren Teilen von eingeschwemmter Erde durchsetzt sind. Eine exakte Untersuchung der Körnung — z. B. mittels der Schlämmethode — kann daher nicht durchgeführt werden. So begnügte ich mich mit einer Schätzung nach folgender

Reihe, die einer in der Forstwirtschaft üblichen Schätzungsreihe entnommen ist:

Mergelton
Grushaltiger Mergelton
Grus- und Steinboden

Die Unterlage der meisten Kleinpflanzengesellschaften besteht aus Mergelton. Auf Grus- und Steinboden haften die Assoziationen der lichten Gebüsche, die *Abietinella-abietina-* und *Ctenidium-molluscum-*Assoziation.

Grushaltiger Mergelton kam vereinzelt bei allen Gesellschaften vor.

2. Azidität des Substrates.

Methode[1]): Die Azidität des Substrats wurde elektrometrisch mit Chinhydronelektrode bestimmt. Die Bodenproben wurden an trockenen Tagen gesammelt und bis zur Untersuchung nach 1—2 Tagen, an der Luft im Zimmer aufbewahrt. Nachdem alle Pflanzenteile möglichst entfernt waren, wurden sie ca. 15 Stunden lang in destilliertem, abgekochten Wasser extrahiert und dann untersucht.

Bei ca. 150 Proben fand ich pH-Werte von 8,0—7,2. Nach Braun-Blanquet (1928, S. 141) rechnen Arten und Gesellschaften mit einem Boden von 7,0—6,7 pH zu den neutrophilen, solche von > 7,5—7,0 pH zu den basiphilen, und zwar gelten die von 7,5—6,7 pH als basiphil neutrophil und die von > 7,5—7,0 pH als ausgesprochen basiphil. Nach dieser Einteilung gehören alle von mir untersuchten Moosgesellschaften zu den ausgesprochen basiphilen wie aus den Werten zu ersehen ist;

Caloplaca fulgens *Lecidea decipiens*	7,3 und 7,2 pH
Didymodon cordatus	7,4 — 7,2 „
Cladonia pyxidata	7,5 — 7,2 „
Pterygoneurum cavifolium	7,5 — 7,3 „
Tortula muralis	7,4
Aloina stellata *Ctenidium molluscum* *Campylium chrysophyllum*	7,7 — 7,2 „
Rhytidium rugosum *Camptothecium lutescens*	7,7 und 7,6 „
Tortula ruralis *Tortula montana*	7,7 — 7,5 „
Weisia viridula bezw. *Hymenostomum microstomum* *Dermatocarpon hepaticum*	7,8 — 7,3 „
Weisia crispata bezw. *Hymenostomum tortile* *Collema furvum*	7,8 — 7,2 „

[1]) Eine eingehende Behandlung erfahren die verschiedenen Methoden bei Hoss (1932), dort wird auch die einschlägige Literatur genannt.

Tortella tortuosa	7,9 — 7,2 pH
Abietinella abietina *Grimmia pulvinata* *Trichostomum pallidisetum* *Tortella inclinata*	7,9 — 7,3 „
Grimmia apocarpa	8,0 — 7,2 „
Barbula rigidula *Encalypta contorta*	8,0 — 7,3 „
Thalloedema coeruleonigricans *Barbula fallax*	8,0 — 7,5 „

Im allgemeinen gilt, daß das Substrat umso stärker alkalisch reagiert, je dünner es geschichtet ist, da dann ja der Einfluß des Kalkgesteins am größten ist. Weitere Beziehungen der Azidität des Substrates zum Standort bestehen nicht.

b) Relieffaktoren.

Die Relieffaktoren, die bei der relativen Einheitlichkeit der pH-Werte für die Verteilung der Arten von besonderer Wichtigkeit sind und die oft erfahrungsgemäß das Auftreten bestimmter Elemente auch an unbekannten Orten vorhersagen lassen, wurden bei der Darstellung der Assoziationen schon kurz aufgeführt. Sie sollen hier aber nochmals im Zusammenhang behandelt werden. Die Höhenlage der Standorte wurde, da sie hier keine bedeutenden Unterschiede aufweist, nicht berücksichtigt, sondern es wurden nur Neigung und Exposition bestimmt.

1. Neigung: (Wie schon auf S. 5 bemerkt wurde, beruhen die Angaben auf Schätzungen, die durch gelegentliche Messungen kontrolliert wurden.)

Völlig unabhängig von der Neigung des Substrates sind die Krustenflechtengesellschaften. Ich fand sie ebenso oft bei 0° wie bei 90° und allen Uebergängen. Auch die *Encalypta-contorta-Trichostomum-pallidisetum-* und *Hymenostomum-tortile*-Assoziation sind an keinen bestimmten Neigungsgrad gebunden; die beiden letzten trifft man zwar häufiger bei 90° als bei 0° Neigung an, was aber nur in der größeren Häufigkeit der senkrechten zur Besiedlung geeigneten Flächen in Spalten und Fugen als der ebenen in Höhlen seinen Grund hat. Die *Grimmia-pulvinata-* und die *Thalloedema-coeruleonigricans*-Assoziation sind von dem Grad der Neigung in hohem Maße abhängig. Sie kommen zwar auch von 0°—90° Neigung vor, haben aber ihren eigentlichen Standort und ihre Hauptverbreitung bei 45°—90° Neigung. In entsprechender Weise ist die *Toninia-candida*-Assoziation an stärkere Neigung gebunden. Ihre größte Verbreitung liegt bei 90°—100°.

Die *Tortella-inclinata-* und *Aloina-stellata*-Assoziation zeigen üppigste Entwicklung bei 0°—20° Ng. Sie kommen ausnahmsweise bis 90° Ng. vor.

Von 20°—90° Ng. mit der Hauptverbreitung um 30° fand ich die *Ctenidium-molluscum*-Assoziation.

Nur von 0°—30° Ng. die *Abietinella-abietina*-Assoziation. Schematische Darstellung s. Tab. VI.

2. Exposition: Im Zusammenhang mit der Neigung kann die Exposition sehr charakteristisch für den Standort sein. Eine deutliche Bindung an südliche Expositionen zeigen unter den Krustenflechtengesellschaften die *Verrucaria-calciseda-Buellia-epipolia*-Assoziation, die von O—W (ich verweise auf die Fußnote 2) S. 5) vorkommt, und die *Caloplaca-variabilis - C. chalybaea*-Assoziation, von O—WNW; beide haben ihre Hauptverbreitung im SO. Das gleiche gilt für die *Thalloedema-coeruleonigricans*-Assoziation, die aber nicht über WSW hinausreicht, und die *Toninia-candida*-Assoziation, die von NNO — WSW vorkommt. Von den mediterranen Assoziationen ist *Hymenostomum-tortile* am stärksten in SO—S-Lagen vertreten und reicht von O—W; *Trichostomum-pallidisetum* in SW-Lagen mit einzelnen Standorten auch in N-Lage.

Eine Bevorzugung der südlichen Lagen ohne strenge Bindung an sie zeigen:

Die *Tortella-inclinata*-Assoziation, sie reicht von O—NW, kommt aber am häufigsten in SSO-Lagen vor und die *Grimmia-pulvinata*-Assoziation, die sich vor allem in WSW-Lagen befindet, deren Grenzen aber in OSO und NNW liegen.

Eher von O- und W-Lagen begünstigt werden:

Die *Aloina-stellata*-Assoziation, die in SO- und W-Exposition am häufigsten ist und von NO—WNW reicht und die *Abietinella-abietina*-Assoziation, die meistens in O-Lagen und von ONO—WNW vorkommt.

Nordwestliche Lagen bevorzugen die *Encalypta-contorta*-Assoziation, die ich von WSW über N bis SO und meistens in W-Exp. fand und die *Ctenidium-molluscum*-Assoziation, die von WSW—NO und am stärksten in W und N-Exp. vertreten ist: Zu diesen gesellt sich auch noch die Krustenflechten-Assoziation von *Caloplaca variabilis* und *Verrucaria calciseda*, die in gleichmäßiger Verteilung von W—O reicht. Schematische Darstellung s. Tab. VII.

Die Kleinpflanzengesellschaften zeigen also eine deutliche Bindung an bestimmte Expositionen. Die extremsten Standorte finden sich in SW-Lage. An heißen Tagen sind hier Erwärmung und Austrocknung schon vorausgegangen, wenn die Strahlen nachmittags die geneigten Flächen annähernd senkrecht treffen. Die Standorte der SO-Lagen empfangen dagegen am Vormittag die intensivste Bestrahlung, deren erwärmende und austrocknende Wirkung aber durch die meist noch von der Nacht her festgehaltene Feuchtigkeit herabgesetzt wird.

In SW-Exposition haben nur die *Trichostomum-pallidisetum*- und die *Grimmia-pulvinata*-Assoziation ihre Hauptverbreitung, während die meisten der xerotopen Gesellschaften südöstliche Lagen bevorzugen. Die starke Verbreitung des mediterranen *Trichostomum-pallidisetum* in den besonders extremen SW-Lagen ist auffallend. Ob sie auf einer geringen Empfindlichkeit dieses Mooses den Umweltbedingungen gegenüber oder aber auf einem gemäßigten Sonderklima beruht, das es in den Höhlen, Spalten und Fugen der Felsen genießt, sollten die späteren Untersuchungen zeigen.

Diejenigen der behandelten Gesellschaften, die eigentlich dem Wald, Gebüsch oder feuchteren Felsen angehören, wie die *Ctenidium-molluscum-Abietinella-abietina*- und *Encalypta contorta*-Assoziation,

zeigen eine deutliche Bevorzugung sonnenärmerer Standorte und sind an den trockenen Felsen als äußerste Vorposten ihrer Gesellschaft aufzufassen; meist sind sie daher nur fragmentarisch und kümmerlich ausgebildet. — Die Beschränkung der *Caloplaca-variabilis-Verrucaria-calciseda*-Assoziation auf Standorte mit W über N bis O-Exp. wurde schon bei der Aufzählung der Assoziationen erwähnt.

c) Klimatische Faktoren.

1. Allgemeines. Die klimatischen Faktoren Licht, Wärme und Feuchtigkeit beeinflussen den Standortscharakter in entscheidender Weise. Sie selbst sind von edaphischen und Relieffaktoren abhängig. Exposition und Neigung bestimmen den Einfallswinkel der Sonnenstrahlen, Zeit und Dauer der größten Lichtintensität, die Bodenart oder die Pflanzen selbst das Maß des reflektierten und absorbierten Lichtes; sie alle wirken wiederum auf Wärme und Feuchtigkeit. Das absolute Maß dieser Faktoren hängt von dem Makroklima ab, von ihm werden ja die Zahl der Sonnen- und Regentage, der Frost- und Hitzetage bestimmt. Das Mikroklima bestimmt dagegen Maß und Stärke, in denen diese Faktoren für die Pflanzen wirksam werden. Für die dargestellten Kleinpflanzengesellschaften sollte daher das Mikroklima untersucht werden. Da vor allem die Extremwerte der klimatischen Faktoren eines Standortes über die Existenz seiner Pflanzen bestimmen, wurden sie besonders berücksichtigt.

Eine Eigenart der xerotopen Moose und Flechten ist, wie der Name sagt, ihre Fähigkeit, Trockenheit zu ertragen. Sie verfallen — (durch höchste Wasserabgabe des Protoplasmas) — in die sogenannte Trockenstarre und nehmen bei zu Gebote stehender Feuchtigkeit ihre volle Lebenstätigkeit wieder auf. Um diese trockenstarren Pflanzen handelt es sich vor allem bei meinen Untersuchungen. Ich bin mir darüber im Klaren, daß also nur die Grenzen ihrer Lebens**fähigkeit**, nicht die ihrer Lebens**tätigkeit** in Betracht kamen.

Bevor ich auf die Messungen selbst eingehe, führe ich die untersuchten Kleinpflanzengesellschaften auf und schildere kurz ihren Standortscharakter[1]). Ihre Lage bei Jena ist aus der beigegebenen Karte zu ersehen (Tab. XII).

Der Vitalitätsgrad der Charakterart jeder Assoziation wird mit den von Braun-Blanquet eingeführten Zeichen (Braun-Blanquet 1928, S. 41) angegeben. Zeichenerklärung s. S. 9.

A[2]) = Am oberen Ausgang der Drachenschlucht, im lichten Gebüsch, an einem im allgemeinen 20°, am Moosstandort aber nur 5° geneigten SSO-Hang des mu_2, dessen Bodendecke zum größeren Teil ein von einzeln wachsenden **Pinus** beschattetes Xerobrometum bildet, *Rhytidium rugosum* ⨀, ein Assoziationsfragment der *Abietinella-abietina*-Assoziation.

---

[1]) Nach Braun-Blanquet würde es sich hier um den Charakter der „Fundorte" oder „Wuchsstellen" handeln.

[2]) Da hier nur eine Auswahl der untersuchten Standorte angeführt ist, ist die Reihenfolge der Buchstaben und Zahlen nicht fortlaufend.

B = Hinter dem Landgrafen, an einem ca. 28° nach SSO—SW geneigten Hang, den vereinzelt *Pinus nigra*, *Picea excelsa* und *Rosa*-Arten bewachsen, dessen Bodenfläche ein extremes Seslerietum einnimmt, trägt eine den Hang durchsetzende, reichgegliederte Bank des mu_2 verschiedene der Kleinpflanzengesellschaften.

II = An der SSO-Wand einer bis 45° geneigten Bank ist der Standort der *Thalloedema-coeruleonigricans*-Assoziation ● (Tab. VIII).

IV = Am Fuß der Bank desselben Horizontes, aber in SW-Exp., befindet sich am Boden einer kleinsten Höhle, die außen durch Sesleriabüschel gedeckt wird, die *Trichostomum-pallidisetum*-Assoziation ●.

V = Etwas tiefer am Hang, unter einem ca. 10 cm vorspringenden Stein, in S-Exp. hat sich ebenfalls *Trichostomum-pallidisetum* ⊙ angesiedelt.

VI = Eine ca. 20 cm² große Neigungsfläche der Bank in W-Exp. nimmt *Tortella-inclinata* ⊙ ein als Assoziationsfragment der gleichnamigen Assoziation. Eine Zenithfläche, die einer üppigen Entwicklung dieser Assoziation günstig wäre, ist an diesem Ort gar nicht ausgebildet.

VII = Im lichten Gebüsch, hier unter einer jungen Fichte an einer nur 5° geneigten Stelle in W-Exp. deckt *Campylium-chrysophyllum* ⊙ den Grus- und Steinboden. Es ist als Assoziationsfragment der *Abietinella-abietina*-Assoziation anzusehen.

C = Am Steiger, innerhalb eines durch den Menschen stark veränderten Xerobrometum — (jetzt nur noch am Rande erhalten, die übrige Fläche trägt Kiefernwald) — bietet die Wand einer ca. 2 m hohen Bank des mu_1 in W-Exp. mit ihren breiten Absätzen, kleinen Höhlen, Fugen und Spalten verschiedenen Assoziationen geeignete Standorte. Nach Westen zu bieten noch einige vor der Bank wachsende Birken, Kiefern und Erlen geringen Schutz, so daß sich

IV auf der Zenithfläche eines breiten Absatzes die *Encalypta-contorta*-Assoziation ⊙ entwickeln konnte.

III = in seichter Fuge bei 90°—100° Ng. die *Trichostomum-pallidisetum*-Assoziation ● und

I = in kleiner Höhle, deren Tiefe 10 cm
„ Weite 3—10 cm und
„ Höhe 15 cm beträgt,

ebenfalls *Trichostomum-pallidisetum* ◎, das aber wegen seiner sehr kümmerlichen Ausbildung kaum mehr als Assoziation gelten kann.

D = Am oberen Ausgang der Drachenschlucht an einem ca. 30° nach SSO geneigten Hang. Hier ist eine wellenkalkartig ausgebildete Bank der Schaumkalkregion innerhalb eines Xerobrometum ein idealer Moosstandort,

I = dessen Zenithfläche die meist üppig entwickelte *Tortella-inclinata*-Assoziation ⊙ stark durchsetzt von fremden Elementen, besiedelt (Tab. IX u. X).

II = Eine kleine Höhle an der Stirnfläche derselben Bank, von 4 cm Tiefe, 2—4 cm Weite und 3 cm Höhe füllt *Barbula revoluta* aus ◎. Hier wurde nur gemessen, um D_I mit einem anders gearteten Standort vergleichen zu können.

E = An einem ca. 30⁰ nach SW geneigten Hang des Munketales finden sich innerhalb eines extremen Seslerietum:

I = in Spalten einer Terebratulabank, in SSO und SW-Exp., bei einer Neigung von 90⁰ die *Hymenostomum-tortile-* bezw. *Weisia-crispata*-Assoziation ⊙. Die Untersuchungen wurden zunächst in dem Spalt mit SSO-Exp. angestellt, später in dem mit SW-Exp. Das war notwendig, weil die anderen Moosrasen bei den vorausgegangenen Wärmemessungen zerfallen waren.

F_{III} = Ca. 15 m höher, an der Stirnfläche einer Wellenkalkbank, die bis 90⁰ geneigt ist, die *Grimmia-pulvinata*-Assoziation ●.

V = in einer Höhle, die 15 cm tief, 50 cm weit und 12 cm hoch und nach SW offen ist, *Weisia viridula* oder *Hymenostomum microstomum* ◎, da sie nur steril und außerdem kümmerlich entwickelt ist, konnten die Proben nicht mit Sicherheit bestimmt werden; auch kann man wegen der kümmerlichen Ausbildung hier nicht von einer Assoziation sprechen.

G = Ebenfalls im Munketal, wenig unter der bewaldeten Hochfläche, an einem 30⁰ nach S geneigten Hang fand ich innerhalb eines Xerobrometums.

II = auf der Zenithfläche einer wellenkalkartig ausgebildeten Bank die *Tortella-inclinata*-Assoziation ⊙.

V = an der Stirnfläche eines anderen Teiles dieser Bank, in einer 10 cm tiefen, 20 cm weiten und 10 cm hohen Höhle, in ONO-Exp. die *Hymenostomum-tortile* bezw. *Weisia-crispata*-Assoziation ◎.

VI = Am Hang, in S-Exp. und bei 5⁰ Neigung hat *Abietinella abietina* ⊙ als Assoziationsfragment der gleichnamigen Assoziation den Boden zwischen *Sesleria*büscheln und *Teucrium chamaedrys* eingenommen.

VII = An ähnlicher Stelle des Hanges aber in ONO-Exp. tritt *Rhytidium rugosum* ⊙ als Assoziationsfragment derselben Assoziation auf.

Lk = An den Sonnenbergen, oberhalb der Lutherkanzel an einem um 30⁰ nach S geneigten Hang wurde erst im Sommer 1936 gemessen, um zu sehen, ob die Moos- und Flechtengesellschaften innerhalb des dort ausgebildeten sehr extremen Seslerietums extremeren klimatischen Bedingungen ausgesetzt sind als gewöhnlich. Die dazu ausgesuchten Standorte an den Bänken des mu_2 sind folgende:

I = Die Stirnfläche in S-Exp. mit 70⁰ Neigung, als Standort der *Thalloedema-coeruleonigricans*-Assoziation ●.

II = Eine nur 1 cm tiefe Fuge mit S-Exp. und 90° Neigung des Substrates als Standort der *Trichostomum-pallidisetum*-Assoziation ●.

III = Die Neigungsfläche der Bank (eine Zenithfläche ist nicht ausgebildet) mit gleicher Exp. wie II, auf der *Tortella inclinata* ⊙ als Assoziationsfragment der gleichnamigen Assoziation vorkommt.

IV = *Abietinella abietina* ◎ auch ein Assoziationsfragment der *Abietinella-abietina*-Assoziation am selben Standort wie *Tortella inclinata*, aber etwas gedeckt durch *Teucrium chamaedrys*.

Es sind also die Standorte wie folgt auf die verschiedenen Assoziationen und ihre Assoziationsfragmente zu verteilen:

B_{II} und Lk_{I}	Standorte d.	*Thalloedema-coeruleonigricans*-Assoz.
B_{VI}, G_{II}, D_{I}, Lk_{III}	„ „	*Tortella-inclinata*-Assoziation.
B_{IV}, B_{V}, C_{I}, C_{III}, Lk_{II}	„ „	*Trichostomum-pallidisetum*-Assoz.
F_{I}, F_{V}, G_{V}	„ „	*Weisia-* bzw. *Hymenostomum*-Assoz.
C_{IV}	„ „	*Encalypta-contorta*-Assoziation.
F_{III}	„ „	*Grimmia-pulvinata*-Assoziation.
A_{I}, B_{VII}	„ von	Assoziationsfragmenten der *Abietinella-abietina*-Assoziation im lichten Gebüsch.
G_{VI}, G_{VII}, Lk_{IV}	„ „	Assoziationsfragmenten der *Abietinella-abietina*-Assoziation außerhalb des lichten Gebüsches.

An diesen Standorten wurden die Messungen ausgeführt, die über das Mikroklima, das den verschiedenen Gesellschaften zuteil wird, Aufschluß geben sollten. Sie sollen im folgenden Abschnitt behandelt werden.

2. Spezielles.

aa) **Licht.** Methode:

Zur Lichtmessung stand mir eine Okular-Photo-Zelle ohne Okularfassung nach Dr. B. Lange zur Verfügung. Diese Selenzelle wurde von der Firma Paul Altmann, Berlin geliefert. Die Messung nahm ich mit einem Zeigergalvanometer von Siemens & Halske, Berlin vor, dessen Empfindlichkeit 1×10^{-6} Amp. beträgt[1]. — Die Vorteile dieser Methode liegen auf der Hand, wenn man bedenkt, daß dazu nur das leicht transportierbare Galvanometer und die Photozelle nötig sind. Der Durchmesser der Photozelle mit Opalglasfilter beträgt nur 3 cm. So kann man auch die Helligkeit kleiner Höhlen und Spalten messen. Ihre spektrale Empfindlichkeit reicht nach einer Angabe von Volk (1934) für die Selen-Halbleiter-Zelle von ca. 300 — 700 μ und ihr Maximum liegt zwischen 500 — 600 μ, also vor allem im rot-gelben Bereich, der für die assimilierende Pflanze wichtig ist. Die Eichung erfolgte nach Lux.

Die Forderung Zellers (1934), daß bei ökologischen Untersuchungen nicht nur der für uns als Licht empfundene Teil der Strahlung erfaßt werden darf, ist sicher berechtigt. Da aber solche Messungen im Gelände einstweilen noch zu umständlich und die notwendigen Apparate zu kostspielig sind, habe ich mich mit der Helligkeitsmessung begnügt. So konnten die Helligkeitswerte der verschiedenen Standorte verglichen werden. Nach Schanderl (1934, Fußnote zu S. 441) weist bei Messungen an Kalkfelsen die reflektierte Strahlung praktisch dieselbe Energie-

[1] Im Prinzip entspricht diese Methode der von Volk (1934) beschriebenen.

verteilung im Spektrum auf wie die direkte Sonnenstrahlung. Daraus folgt, daß ich auch direktes und reflektiertes Licht, also z. B. die Helligkeit der Zenithflächen und der Höhlen, miteinander vergleichen konnte. Die Verwendung eines Aktinometers — wie es von Schanderl (1934) beschrieben und von Zeller (1934) empfohlen wird — ist kostspielig und umständlich und erfaßt auch nur einen Teil der Strahlung, nämlich die Wärmestrahlung. Diese Methode scheint mir nicht vorteilhafter als die von mir angewandte zu sein.

Um im Freien bei großer Helligkeit mit der Selenzelle messen zu können, mußten Widerstände eingeschaltet werden. Ich arbeitete im Sommer 1935 mit vorgeschalteten Widerständen. Das erwies sich aber als ungeeignet, da die Eichkurve nicht gradlinig ist und hohe Luxwerte so dicht beieinander liegen, daß eine genügende Genauigkeit nicht erreicht wird. Im Sommer 1936 arbeitete ich mit vorgesetztem Opalglasfilter, das von derselben Firma geliefert wurde wie die Photozelle, und parallel geschaltetem Widerstand. Diese Anordnung bewährte sich; die Eichkurve verläuft linear. Die Fehlergrenze liegt bei + 10 %.

Die Messungen wurden an klaren Sommertagen ausgeführt, so daß sowohl die innerhalb einer Stunde als auch die an verschiedenen Tagen erhaltenen Werte vergleichbar sind. Die Photozelle wurde so an oder auf die Moose bezw. Flechten gelegt, daß sie dieselbe Neigung wie der Standort hatte.

Eine Messungsreihe an den verschiedenen Standorten dauerte ca. 5 Minuten, also z. B. die Messungen hinter dem Landgrafen bei B an allen dort ausgewählten Standorten um 8^{00} von 8^{00}—8^{05}, um 9^{00} von 9^{00}—9^{05} usw. Die Ergebnisse der Messungen an klaren Tagen im Juni und August 1936 sind zum Teil in Kurven (Tab. II u. III) dargestellt und sollen im Folgenden diskutiert werden.

Es zeigt sich also, daß der geringste Lichtgenuß *Weisia*, bezw. *Hymenostomum* zukommt. Er überstieg am 18. 6. bei F_I kaum 10000 L. und am 19. 6. bei G_V kaum 15000 L., während F_{III} *Grimmia pulvinata* am 18. 6. 65000 L und G_{II} *Tortella inclinata* am 19. 6. 90000 L. erreichten. Die Differenz der Tagesmaxima beträgt also zwischen F_I und F_{III} 55000 L., zwischen G_V und G_{II} 75000 L. Der höchste überhaupt festgestellte Wert wurde am 20. 6. bei D_I *Tortella inclinata* mit 100 000 L. gemessen. Gleichzeitig erhielt die Höhle D_{II} nicht mehr als 15000 L., eine Helligkeit, die der einer Zenithfläche (bei B_{VI} gemessen) an einem trüben Tage entspricht. Die für *Thalloedema coeruleonigricans* gefundenen Werte bleiben mit 65 000 bis 80000 L. nicht weit hinter denen von *Tortella inclinata* zurück. Die Maxima, die an den Stirnflächen bei B_{II} *Thalloedema* am 17. 6. und F_{III} *Grimmia pulvinata* am 18. 6. gemessen wurden, betragen beide etwas über 65 000 L. Sie werden aber der verschiedenen Exposition entsprechend zu verschiedener Zeit erreicht. Das Maximum für B_{II} mit SSO-Exposition liegt von 11^{00} bis 12^{00}, das für F_{III} bei SW-Exposition um 16^{00}. Neben den Höchstwerten an sich ist die Dauer hohen Lichtgenusses eines Standortes für die Pflanze von Bedeutung. Im allgemeinen ergibt die graphische Darstellung der im Laufe eines Tages gemessenen Helligkeiten gleichmäßig ansteigende und abfallende Kurven. Große Helligkeit von mehr als 40000 L. währt meist 4—6 Stunden, während die Maxima nicht über 2 Stunden anhalten. Die Assoziationen der lichten Gebüsche zeichnen sich dagegen durch steil ansteigende und in gleicher Weise abfallende Lichtkurven aus. Entsprechende Lichtverhältnisse herrschen in der weiten Höhle F_V, die *Weisia viridula* bezw. *Hymenostomum microstomum* spärlich besiedelt hat.

Unerwartet war das Ergebnis der Lichtmessungen bei *Trichostomum pallidisetum*, das wie *Weisia* bezw. *Hymenostomum* Spalten, Fugen und kleine Höhlen als Standorte bevorzugt. Die Luxwerte waren hier bedeutend höher als bei *Weisia*. Zwar erreichte die bei C_{III} am 16. 8. gemessene Helligkeit ihr Maximum schon mit 15000 L. um 17^{00}, während bei C_{IV}, *Encalypta contorta*, um 14^{00} das Maximum 50000 L. betrug. Bei B_{IV} und B_{V} aber, den *Trichostomum*-Standorten hinter dem Landgrafen, wurden am 17. 6. 40000 L. erreicht. An den Standorten B_{II}, *Thalloedema*, und B_{VI}, *Tortella inclinata*, wurde an diesem Tage eine Helligkeit von 65000 L. gemessen. Es war das Tagesmaximum. Bei Lk_{II}, einem *Trichostomum-pallidisetum*-Standort an den Sonnenbergen wurden am 18. 8. (die Ergebnisse dieses Tages sind nicht in Kurven dargestellt) 65000 L. überschritten, am 21. 6. 60000 L. beinahe erreicht. Die größte Helligkeit an dem Standort von *Thalloedema*, Lk_{I}, war am 18. 8. mit 70000 L. und am 21. 6. mit 80000 L. nicht sehr viel höher. Die Dauer starken Lichtgenusses (also über 40000 L.) betrug an diesen Tagen für *Trichostomum pallidisetum* 3—5 Stunden, und zwar am 18. 8. von 11^{00} bis 15^{00} wenigstens 55000 L. und am 21. 6. von 12^{00} bis 14^{00} annähernd 50000 L.

Zusammenfassung der Ergebnisse:

Es bestehen große Unterschiede zwischen dem Lichtgenuß der verschiedenen Assoziationen. Während zu den einen kaum mehr als die Helligkeit trüber Tage dringt (ca. 15000 L.), sind andere der für unsere Breiten überhaupt möglichen größten Helligkeit ausgesetzt (bis 100000 L.[1]). Unter besonders extremen Lichtverhältnissen gedeihen:

	Tagesmittelwert[2] aus allen Untersuchungen	Tagesmittelwert[2] höchster	Maximum
	L.	L.	L.
Die *Tortella-inclinata*-Assoziation	45000	59000 bei D_I	100000
Die *Thalloedema-coeruleonigricans*-Ass.	40000	45000 bei Lk_I	80000
Die *Grimmia-pulvinata*-Assoziation	31000	—	65000

Es ist anzunehmen, daß die *Toninia-candida*- und *Aloina-stellata*-Assoziationen unter entsprechenden Lichtverhältnissen vorkommen, gemäß der Ähnlichkeit ihrer Standorte, mit den hier untersuchten.

Unter gemäßigten Lichtverhältnissen, bei Erreichung hoher Maxima:

	Tagesmittelwert aus allen Untersuchungen	Tagesmittelwert höchster	Maximum
	L.	L.	L.
Die *Encalypta-contorta*-Assoziation	23000	—	50000
Die *Trichostomum-pallidisetum*-Ass.	15000	24000 bei Lk_{II}	65000

[1] Nach Jensen (1928) gilt: Für mittlere Sonnenhöhe 100000 L als größte Helligkeit, für 60° Sonnenhöhe 145000 L. als größte Helligkeit.
Entsprechende Angaben finden sich bei Dorno (1919).

[2] Der Tagesmittelwert ist aus den Tagesmittelwerten der Temperaturen aller untersuchten Standorte einer Assoziation errechnet. Der höchste Tagesmittelwert bezieht sich natürlich nur auf einen Standort und ist das Mittel aus den stündlichen Messungen eines Tages. Für den höchsten Tagesmittelwert wurden die Standorte angegeben, an denen sie gemessen wurden.

Unter stark gemäßigten Lichtverhältnissen:

	Tagesmittelwert aus allen Untersuchungen	höchster	Maximum
	L.	L.	L.
Die *Abietinella-abietina*-Assoziation im lichten Gebüsch	14000	—	30000
Ebenso wird sich die *Ctenidium-molluscum*-Assoziation verhalten			
Die *Hymenostomum-tortile*-Ass.	6000	—	17000

Fragmente der *Abietinella-abietina*-Assoziation, die außerhalb des lichten Gebüsches vorkommen, genießen wie die *Tortella-inclinata*-Assoziation die höchstmögliche Helligkeit, wie aus vergleichsweise ausgeführten Messungen zu ersehen war. Natürlich werden die Teile der Moose, die im Schutz von Kräutern wachsen, wieder ein gemäßigtes Lichtklima haben.

bb) **Wärme.**

Wie bekannt (Kraus, 1911, S. 103; Geiger, 1927, S. 53 und 1930 S. 13) herrschen in Bodennähe große Temperaturdifferenzen in kleinen vertikalen Abständen. Bei den Kleinpflanzengesellschaften sind also extreme Wärmeverhältnisse zu erwarten. Die Temperatur hängt in starkem Maße von der Intensität des Lichtes ab; es müßte sich daher eine Übereinstimmung der Temperaturkurven mit den Lichtkurven ergeben.

Methode:

Die Temperatur wurde mit Hilfe von Thermoelementen aus Kupfer und Konstantandraht bestimmt, deren Stärke von 0,2 bis 0,5 mm betrug. Die stärksten Drähte eigneten sich wegen der größeren Haltbarkeit und des geringeren Widerstandes am besten. Die Lötstellen wurden zugefeilt (Waser, 1927). Die Anordnung der Instrumente entsprach der von Fritzsche (1933, S. 271) angegebenen, nur konnte das Galvanometer — das gleiche, das auch bei der Lichtmessung verwandt wurde — wegen seiner geringen Empfindlichkeit ohne Schutzkasten aufgestellt werden. Geeicht wurde nach einem Quecksilberthermometer. Quecksilberthermometer, deren Genauigkeit ja ausgereicht hätte, konnten nicht verwandt werden, da sie sich nicht in die zum Teil sehr kleinen Rasen, wie die von *Trichostomum* einführen ließen. Das war mit der Thermonadel aber ohne weiteres möglich. Um die Temperatur in den Kleinpflanzengesellschaften nicht nur untereinander, sondern auch mit der Lufttemperatur vergleichen zu können, wurde diese in ein Meter Höhe mit einem Schleuderthermometer gemessen.

Um die Lufttemperatur des Standortes zu erfassen, habe ich in den Polstern bezw. im Thallus gemessen, da ich annahm, daß die relativ konstante Temperatur, die z. B. im oberen Teil eines Moospolsters herrscht, für die Pflanzen wichtiger ist als die unter dem Einfluß der Atmosphäre dauernd schwankende Außentemperatur, die daher auch nur registrierend gemessen werden dürfte. Um die Größe der Temperaturdifferenz im Innern und an der Peripherie eines Moospolsters festzustellen, habe ich eine Lötstelle des geeichten Thermoelementes in das Moospolster gesteckt, die andere ihm aufgelegt. Es wurde zunächst mit, dann ohne Beschattung gemessen. Die Untersuchungen wurden im September an drei aufeinanderfolgenden Tagen ausgeführt. Die Resultate entsprachen einander.

Ich führe einige Beispiele an:

11. 9. gegen 14^{30} Uhr, Lufttemp. in 1 m Höhe 20^0 C

Grimmia pulvinata:

Temperatur außen um	1^0 C höher als innen	mit Beschattung
„ „ „	1^0 C niedrig. „ „	mit Beschattung
„ „ „	3^0 C höher „ „	ohne Beschattung

Tortella tortuosa:

Temperatur außen um	$1{,}5^0$ C höher als innen	mit Beschattung
„ „ „	$4{,}5^0$ C „ „ „	ohne Beschattung

12. 9. gegen 14^{30} Uhr, Lufttemp. in 1 m. Höhe 21^0 C.

Grimmia pulvinata:

Temperatur außen um	4^0 C höher als innen	mit Beschattung
„ „ „	5^0 C „ „ „	mit Beschattung
„ „ „	5^0 C „ „ „	ohne Beschattung
„ „ „	4^0 C „ „ „	ohne Beschattung
„ „ „	2^0 C „ „ „	ohne Beschattung

Die Temperaturdifferenz war 0^0, wenn beide Lötstellen im Moospolster waren. (Sie kann aber auch innerhalb eines Moospolsters bis zu 2^0 C betragen).

Die Temperatur an der Peripherie ist also im allgemeinen unter dem Einfluß der Sonnenstrahlung höher als die im Innern der Moospolster. Die Werte schwanken aber stark.

Die von mir im folgenden angegebenen Werte sind zusammengesetzt aus:

1. Bei dichten Moospolstern, z. B. *Tortella*, aus der Temperatur des untersuchten Organismus und der Temperatur der Luft, die sich zwischen den einzelnen Pflanzen hält.
2. Bei sehr kleinen Moosen, *Trichostomum pallidisetum*, aus den vorigen Faktoren und dazu aus der Bodentemperatur, da die Lötstelle meist auch den Boden berührt.
3. Bei Flechten aus der Temperatur des Thallus und der Temperatur der umgebenden Luft. Beim Einführen der Thermonadel zerfiel der durch Austrocknung brüchige Thallus. Dabei trat Luft von außen an die Bruchflächen, an denen gemessen wurde.

Der trockene Sommer 1935 war meinen Untersuchungen der Extremwerte günstig, während der nasse Sommer 1936 ihnen ungünstig war. Trotzdem decken sich die aus den Messungen an klaren, warmen Tagen erhaltenen Werte beider Jahre, so daß ich mich, um einen Vergleich mit den Lichtmessungen zu ermöglichen, bei der Diskussion der Ergebnisse auf die Messungen von 1936 beschränke. Die Temperatur wurde wie das Licht an den Schönwettertagen des Juni und August stündlich gemessen. Die Messungen an den verschiedenen Standorten, die zur selben Zeit hätten gemacht werden sollen, mußten nacheinander im Laufe einer halben Stunde ausgeführt werden. In den Kurven ist nur nahezu der Beginn der Messzeit von einer Messungsreihe angegeben, die z. B. die Messungen an allen Standorten bei B (hinter dem Land-

grafen) umfaßt. Es können also z. B. Temperaturen, die für 8 Uhr angegeben sind, zwischen 8^{10} und 8^{40} Uhr gemessen worden sein. An den verschiedenen Standorten wurde in gleichbleibender Reihenfolge gemessen, also z. B. bei B_{II} um 8^{10}, 9^{10}, 10^{10} u. s. f., bei B_{VII} um 8^{40}, 9^{40} u. s. f. Den charakteristischen Tagesgang der Temperatur zeigen Kurven (Tab. I u. IV[1]).

Den Lichtverhältnissen entsprechend hat *Weisia crispata* bezw. *Hymenostomum tortile* die gleichmäßigsten und niedrigsten Temperaturen. Hohe Temperaturen weisen, wie zu erwarten war, die *Thalloedema*-, *Tortella*- und *Grimmia*-Assoziation auf. Eine Zusammenstellung der Maxima zeigt dies[1]):

Tag:	17. 6.	18. 6.	19. 6.	20. 6.	21. 6.	18. 8.
Thalloedema	B_{II} 47° (28°)				Lk_{I} 61° (28°)	Lk_{I} 42° (31°)
Tortella	B_{V} 49° (28°)		G_{II} 56° (27°)	D_{I} 44° (27°)	Lk_{III} 57° (29°)	Lk_{III} 48° (30°)
Grimmia		F_{III} 54° (30°)				

Die höchsten Temperaturen wurden bei Assoziationsfragmenten der *Abietinella-abietina*-Assoziation gemessen, soweit sie außerhalb des Gebüsches wuchsen. Obwohl der Lichtgenuß nicht größer, sondern eher geringer ist als der der *Tortella-inclinata*-Assoziation, liegen ihre Maxima höher. Es wurden in *Abietinella-abietina* bei G_{VI} am 19. 6. 65°, bei D_{I} (ebenfalls in Abiet.) am 20. 6. 64° und bei Lk_{IV} am 21. 6. 63° erreicht. In *Rhytidium rugosum* bei G_{VII} am 19. 6. 62°. — Die Temperaturen dieser Moose zeigen aber auch die größten Schwankungen. Ein Windstoß kann eine augenblickliche Temperatursenkung um 2° bewirken. Bei den im lichten Gebüsch wachsenden Assoziationsfragmenten dieser Assoziation stieg die Temperatur nicht über 33°, sie wurden im Rasen von *Campylium chrysophyllum* B_{VII} am 17. 6. gemessen. Wie die Lichtkurve, hat auch die Temperaturkurve von B_{VII} zwei Maxima, eines von 8^{00} bis 9^{00} mit 31° und das andere mit 33° um 17^{00}. Die extreme Temperatur der *Abietinella abietina* und des *Rhytidium rugosum* läßt sich nur aus ihrer Wuchsform erklären, durch die sie sich wesentlich von der am fast gleichen Standort wachsenden *Tortella inclinata* unterscheiden. Die Temperaturen von *Trichostomum pallidisetum* liegen verhältnismäßig hoch, was wiederum mit den Ergebnissen der Lichtmessungen im Einklang steht. Sie erreichten am 17. 6. bei B_{IV} 34°, bei B_{V} 37°; am 21. 6. bei Lk_{II} sogar 52°. Das Maximum von B_{IV} lag 16°, das von B_{V} 13° unter dem von *Tortella* B_{VI}; und das von B_{IV} 13°, das von B_{V} 10° unter dem von *Thalloedema* B_{II}.

Das Maximum von Lk_{II} lag nur 5° unter dem von *Tortella* Lk_{III} 9° unter dem von *Thalloedema* Lk_{I} und 11° unter dem von *Abietinella* Lk_{IV}.

---

[1]) Die Zahlen in Klammern ( ) geben die gleichzeitig gemessene Lufttemperatur in 1 m Höhe an.

Bei C_{III} *Trichostomum* betrug die Höchsttemperatur am 16. 8. 28°, während *Encalypta contorta* C_{IV} 35° erreichte, es bestand also eine Differenz von 8°.

Die hohen Temperaturen hielten im allgemeinen lange an. Temperaturen über 40° wurden 8 Stunden lang bei G_{VII} und G_{VI} am 19. 6. und bei Lk_{IV} am 21. 6. gemessen. Durchschnittlich dauerten sie 5 bis 6 Stunden.

Für das mediterrane *Trichostomum pallidisetum* schien es wesentlich, zu wissen, ob es im Winter besonderen Schutz genießt. An Frosttagen des Dezember 1935 und des Februar 1936 wurden die Temperaturen am Steiger, dem Untersuchungsort C, gemessen. Einige der erhaltenen Werte sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Am 12. 2. Wetter: klar, nach 9^{00} bewölkt					Am 11. 2. Wetter: Mittags Sonne		
Zeit	6^{00}	7^{00}	8^{00}	9^{00}	6^{00}	12^{00}	13^{00}
Lufttemp.	—16°	—16°	—15°	—14°	—16°	—8°	—6°
C_{III}	—14	—13	—11	—11	—17	—4	—4
C_{I}	— 4	— 7	— 5	— 6	— 8	—4	—4
C_{IV}	— 8	— 7	— 8	— 7	—11	—4	—4

Die Temperatur in der Höhle C_I im Rasen des kümmerlich wachsenden *Trichostomum pallidisetum* war gegenüber der Lufttemperatur erheblich gemäßigt; diejenige bei *Trichostomum pallidisetum* C_{III} in der seichten Fuge ging aber bis auf Lufttemperatur herab. An wolkigen Tagen, dem 13. und 14. Dezember, war die Temperatur an den Moosstandorten um 1° bis 2° höher als die Lufttemperatur, die —4° bis —6° betrug; auch nachts trat keine Änderung dieses Verhältnisses ein. Es macht sich also auch im Winter der Einfluß der Strahlung bemerkbar, der an den Moosstandorten eine Temperatursteigerung um 4° gegenüber der Lufttemperatur bewirkte, während sie an den gleichen Standorten bei Fehlen der direkten Sonnenstrahlung nur 1° bis 2° erreichte und wohl auf Ausstrahlung zurückzuführen ist. *Trichostomum pallidisetum* kann also an relativ geschützten Standorten, unter gemäßigten klimatischen Bedingungen vorkommen, C_I; es scheut jedoch extreme Verhältnisse nicht, ist im Gegenteil gerade an dem extremen Standort C_{III} besser entwickelt als an dem mit gemäßigten Temperaturen C_I. Frostschäden am Gametophyten oder Sporophyten des *Trichostomum* bei C_{III} wurden nach dem Winter 1935/36 von mir nicht festgestellt, dagegen fand Herzog nach kälteren Wintern häufig erfrorene (d. h. dadurch vertrocknete Sporogone); auch Koppe (1931) stellte nach dem kalten Winter 1929 in Schleswig-Holstein Frostschäden bei Moosen an Bäumen und Mauern fest Irmscher (1912, S. 421) prüfte auf experimentellem Wege die Widerstandskraft der Laubmoose gegen Kälte und fand, daß der Gametophyt Temperaturen von —10° ohne wesentliche Schädigung erträgt, bei —20° tritt meistens der Tod

aller Blattzellen ein, bei —30⁰ sind keine lebenden Zellen mehr vorhanden. Die Seten der Sporogone sollen weniger resistent sein; die Grenze ihrer Lebensfähigkeit liegt bei —20⁰ C.

Zusammenfassung:

Es zeigen sich also die höchsten Temperaturen bei *Abietinella abietina*, einem Assoziationsfragment der gleichnamigen Assoziation, das außerhalb des Gebüsches wächst. Es betragen hier:

	Tagesmittelwert aus allen Untersuchungen [1]	Tagesmittelwert höchster [2]	Maximum	Tägl. Schwankung mittl. [1]	Tägl. Schwankung höchste
Abietinella-abietina-Assoziation	44⁰	Lk_{IV} 45⁰	G_{VI} 65⁰	43⁰	Lk_{IV} 45⁰
Sehr extreme Temperaturen herrschen bei der:					
Thalloedema-coeruleonigricans-Assoziation	39⁰	Lk_{I} 43⁰	Lk_{I} 61⁰	30⁰	Lk_{I} 36⁰
Tortella-inclinata-Assoziation .	36⁰	Lk_{III} 39⁰	Lk_{III} 57⁰	30⁰	Lk_{III} 38⁰
Grimmia-pulvinata-Assoziation .	35⁰	—	F_{III} 54⁰	38⁰	—
Relativ gemäßigte Temperaturen finden sich bei der:					
Trichostomum-pallidisetum-Ass. [3])	28⁰	Lk_{II} 37⁰	Lk_{II} 52⁰	21⁰	Lk_{II} 33⁰
und stark gemäßigte bei der:					
Weisia-crispata- bezw. *Hymenostomum-tortile*-Assoziation . .	25⁰	G_{V} 25⁰	F_{V} 36⁰	17⁰	F_{V} 25⁰
Encalypta-contorta-Assoziation .	25⁰	—	C_{IV} 35⁰	17⁰	—
Abietinella-abietina-Assoziation im lichten Gebüsch, gemessen am Assoziationsfragment:					
Campylium chrysophyllum . . .	28⁰	—	B_{VII} 33⁰	12⁰	—

[1]) Aus allen Messungen an klaren Tagen.
[2]) Vergl. Anmerkung S. 33.
[3]) Die Messungen bei C_I wurden wegen kümmerlicher Entwicklung der Moose nicht berücksichtigt.

Ein Vergleich mit Temperaturen, die sonst in Moosen gemessen wurden, ergibt Folgendes: Schade (1913, S. 170) fand im Rasen von *Webera nutans* 50,8⁰; (1917, S. 498) 56,8⁰; 1927/28 im Humus eines *Polytrichum-piliferum*-Rasens 69,5⁰. Nach einer Angabe von Volk (1930/31, S. 87) war die Temperatur auf einer Düne bei Sandhausen in trockenen Polstern von *Tortula ruralis* und *Rhacomitrium canescens* um 40⁰ höher als die Lufttemperatur; sie betrug über 60⁰; Amann (1928, S. 9 Fußnote) hat in Polstern von *Barbula revoluta, Tortula muralis* und *Orthotrichum anomalum* (an einer Mauer bei Lausanne) 52⁰ gemessen. Hesselbo (1918), stellte auf Island fest, daß Moose in heißen Quellen in Wasser von 40⁰ gedeihen.

Diese Werte lassen erkennen, daß die von mir gemessene maximale Temperatur von 65° in *Abietinella abietina* mit zu den höchsten bei uns vorkommenden zu rechnen ist.

cc) **Feuchtigkeit.**

Allgemeines: In der Form von Regen, Schnee, Tau und Nebel kommt die Feuchtigkeit den Moosen und Flechten wie den Gefäßpflanzen zugute. Den Moosen und vielen Flechten steht außerdem ein Teil des Wasserdampfes der Luft zur Deckung ihres Wasserbedarfs zur Verfügung. (Goebel, 1898; Karl Müller, 1909; Mägdefrau, 1930/1931). In welchem Maße die Wasserdampfaufnahme möglich ist, hängt von dem Sättigungsdefizit der Luft ab.

Proportional dem Sättigungsdefizit ist die Verdunstung (Braun-Blanquet, 1928): sie wird durch die gleichen Faktoren wie dieses reguliert: durch Luftfeuchtigkeit, Wind, Wärme, Luftdruck und Strahlung. Sie ist also auch von den bisher behandelten Standortsfaktoren abhängig. Der Einfluß des Windes auf die Verdunstung wird sich bei den Kleinpflanzengesellschaften besonders an den Stirnflächen, teils auch an den Neigungs- und Zenithflächen der Kalkbänke bemerkbar machen. In allen Höhlen und Fugen wird er als wirksamer Faktor weitgehend ausgeschaltet sein. Wegen der Kleinheit vieler Standorte konnte seine Stärke hier nicht gemessen werden.

Um die Gunst oder Ungunst der Feuchtigkeitsverhältnisse am Standort zu prüfen, habe ich seine Verdunstungskraft gemessen.

Methode:

Ich benutzte Piche-Evaporimeter, ähnlich den von Walter (1928, S. 23) beschriebenen, nahm aber nicht grünes, sondern weißes Filtrierpapier.

Im Sommer 1935 wurde im Juni, Juli und August an 5 Evaporimetern, an verschiedenen Standorten alle 24 Stunden die verdunstete Wassermenge in Kubikzentimetern abgelesen, außerdem wurde an allen Schönwettertagen an einem einzigen Untersuchungsort, z. B. hinter dem Landgrafen bei B, meist an mehreren Standorten, z. B. BII, BIV, BVII, stündlich abgelesen. Im Sommer 1936 wurde die Verdunstung nur an den schon bei der Behandlung der Wärme und des Lichtes genannten Tagen des Juni und August bei stündlicher Ablesung gemessen.

Die Ergebnisse der Messungen:

Im allgemeinen wurde im Sommer 1935 mehr Wasser verdunstet als 1936. Es machte sich also der Einfluß der größeren Trockenheit dieses Sommers bemerkbar, was vor allem daraus zu verstehen ist, daß den Meßtagen von 1935 bereits eine Reihe trockener, warmer Tage vorausgegangen war, während sie 1936 meist als einzelne Schönwettertage in einer Regenperiode lagen. Wenn auch nie direkt nach einem Regentag gemessen wurde, so waren Luft und Boden natürlich doch bedeutend feuchter als es nach vielen trockenen Tagen der Fall ist. Trotzdem beziehe ich mich hier, soweit nicht bedeutende Abweichungen vorliegen, auf die Messungen vom Sommer 1936, um die Über-

einstimmung mit den Licht- und Wärmemessungen zu wahren. Das kann ohne Bedenken geschehen, da das Verhältnis der Verdunstungskraft an den verschiedenen Standorten das gleiche wie 1935 ist. So geben auch die niedrigeren Werte von 1936 ein charakteristisches Bild ihrer relativen Größe.

Die 24-stündlichen Ablesungen 1935 erfolgten bei:

F_I *(Weisia crispata* bezw. *Hymenostomum tortile)*
B_{II} *(Thalloedema coeruleonigricans)*
B_{IV} *(Trichostomum pallidisetum)*
A_I *(Rhytidium rugosum)*
D_I *(Tortella inclinata)*.

Es konnten 31 ungestörte Messungen gemacht werden. Die Addition der gesamten in dieser Zeit verdunsteten Wassermengen ergibt für:

Standort	ccm	% (wenn D_I = 100 gesetzt wird)
D_I	233,8	100
B_{II}	213,6	91,4
B_{IV}	160,2	68,5
F_I	151,2	64,7
A_I	97,3	41,6

Die verdunstete Wassermenge ist also im Gebüsch (A_I) am geringsten.

Von den stärker xerotopen Moosen ist *Weisia crispata* (F_I) bezw. *Hymenostomum tortile* am besten gestellt, mit etwas unter $^2/_3$ der bei D_I verdunsteten Wassermenge. Nicht viel mehr wurde bei *Trichostomum pallidisetum* gemessen. Es machen sich also die nur wenig gemäßigten Licht- und Wärmeverhältnisse seines Standortes bei der Verdunstung nicht bemerkbar, was wohl aus seiner windgeschützten Lage zu erklären ist.

Diesen Ergebnissen entspricht die 1936 stündlich gemessene Verdunstungskraft der verschiedenen Standorte, wie eine kleine Auswahl (Tab. V) der von mir gezeichneten Kurven zeigt.

Der höchste bei *Weisia crispata* F_I gefundene Wert betrug am 18. 6. 36, von 14^{00} bis 15^{00} 0,5 ccm, während das Maximum für *Grimmia* F_{III} um dieselbe Zeit bei 0,8 ccm lag.

Am 19. 6. verdunsteten z. B. bei:

G_V *(Weisia crispata* bezw. *Hymenostomum tortile)* von 9^{00} bis 10^{00} 0,6 ccm.
G_{II} *Tortella inclinata)* von 11^{00} bis 12^{00}, 12^{00} bis 13^{00} und von 14^{00} bis 15^{00} je 0,9 ccm.

In 12 Stunden bei:

G_{II} *(Tortella inclinata)* 7,3 ccm.
G_V *(Weisia crispata)* bezw. *Hymenostomum tortile)* 3,9 ccm.

Das Maximum bei *Trichostomum pallidisetum* B_{IV} lag am 17. 6. von 14^{00} bis 16^{00} mit 0,5 ccm pro Stunde.

Bei *Thalloedema coeruleonigricans* B_{II} verdunsteten am gleichen Tage von 12^{00} bis 14^{00} und von 15^{00} bis 16^{00}, bei *Tortella inclinata* B_{VI} von 13^{00} bis 16^{00} jede Stunde 0,6 ccm.

In 12 Stunden verdunsteten bei:

B_{II} *(Thalloedema coeruleonigricans)*	5,0 ccm
B_{VI} *(Tortella inclinata)*	4,6 ccm
B_{IV} *(Trichostomum pallidisetum)*	3,3 ccm
B_{VII} *(Campylium chrysophyllum)*	2,0 ccm

Bei *Trichostomum pallidisetum* C_{III} überstieg am 16. 8. das Maximum mit 0,6 ccm pro Stunde das von *Encalypta contorta* um 0,1 ccm.

In 12 Stunden verdunsteten aber bei:

C_{IV} *(Encalypta contorta)* 3,05 ccm
C_{III} *(Trichostomum pallidisetum)* nur 2,35 ccm.

Die Verdunstungskraft beider Standorte ist gering; sie entspricht der von Schattenmoosen (vgl. z. B. B_{VII} = 2,0 ccm/Std.) Bei Lk_{II}, dem *Trichostomum-pallidisetum*-Standort an den Sonnenbergen, verdunsteten am 21. 6. von 13^{00} bis 14^{00} 0,9 ccm und damit die gleiche Menge wie bei Lk_{III} *Tortella inclinata* und nur 0,1 ccm weniger als bei *Thalloedema coeruleonigricans* Lk_{I}.

In 12 Stunden verdunsteten bei:

Lk_{III} *(Tortella inclinata)*	6,7 ccm
Lk_{I} *(Thalloedema coeruleonigricans)*	6,3 ccm
Lk_{II} *(Trichostomum pallidisetum)*	5,7 ccm

— (Lk_{IV} *Abietinella abietina* würde Lk_{III} entsprechen). —

Extreme Verdunstungsverhältnisse herrschen, wie schon aus den oben angeführten Zahlen zu ersehen ist, bei *Thalloedema coeruleonigricans* (B_{II} und Lk_{I}), bei *Tortella inclinata* (B_{VI}, G_{II}) und bei *Grimmia pulvinata* (F_{III}). Ich verzichte darauf, sie nochmals besonders darzustellen, und gebe nur noch die Maxima für D_{I} *Tortella inclinata* und D_{II} *Barbula revoluta* an.

Sie betrugen am 20. 6. für

D_{I} von 11^{00} bis 13^{00} pro Stunde 0,9 ccm
D_{II} „ 11^{00} bis 12^{00} „ „ 0,8 ccm

In 12 Stunden verdunsteten bei:

D_{I} *(Tortella inclinata)* 7,2 ccm
D_{II} *(Barbula revoluta)* 4,1 ccm

D_{I} (7,2 ccm) hat also neben G_{II} (7,3 ccm) die größte Verdunstungskraft.

Die geringste Verdunstung zeigt, wie zu erwarten stand, die Gebüsch-Assoziation.

Um die höchsten Verdunstungswerte, die gefunden wurden, nicht zu übergehen, sollen anschließend die Maxima vom Sommer 1935 angefürt werden, die ja, wie anfangs erwähnt wurde, die maximalen Werte vom Sommer 1936 übertreffen.

Die größte stündliche Verdunstung wurde am 9. 8. von 11^{00} bis 13^{00} mit 1,3 ccm bei D_{I} *(Tortella inclinata)* erreicht, die größte Verdunstung innerhalb von 24 Stunden am gleichen Standort vom 12. 8. zum 13. 8.

mit 13,5 ccm. Ein Vergleich mit den zur selben Zeit an anderen Standorten verdunsteten Wassermengen ergibt:

D_I *(Tortella inclinata)*	13.5 ccm/24 Std.	= 100
B_{II} *(Thalloedema coeruleonigricans)*	12,6 „ /24 „	= 93,3
B_{IV} *(Trichostomum pallidisetum)*	9,8 „ /24 „	= 72,6
F_I *(Weisia crispata* bezw. *Hymenostomum tortile)*	8,5 „ /24 „	= 63
A_I *(Rhytidium rugosum)*	6,6 „ /24 „	= 48,9

Zusammenfassung: Lichtes Gebüsch, der Standort der *Abietinella-abietina*-Assoziation, bezw. Assoziationsfragmenten, (A_I, B_{VII}) und die Spalten, kleinen Höhlen und Fugen, Standorte der *Weisia-crispata*-bezw. *Hymenostomum-tortile*-Assoziation (F_I, F_V) und der *Trichostomum-pallidisetum*-Assoziation (B_{IV}, Lk_{II}), sowie der Standort der *Encalypta-contorta*-Assoziation (C_{IV}) haben stark gemäßigte Verdunstungsverhältnisse, wenn auch am *Trichostomum-pallidisetum*-Standort für kurze Zeit Spitzenwerte auftreten können. Sehr extrem sind sie dagegen an den Zenith-, Neigungs- und Stirnflächen der Kalkbänke, die von der *Thalloedema-coeruleonigricans* (B_{II}, Lk_I) —, *Tortella-inclinata* (B_{VI}, G_{II}, D_I, Lk_{III}) — und *Grimmia-pulvinata* (F_{III}) — Assoziation besiedelt werden. Eine Zusammenstellung der im Sommer 1936 gefundenen Werte soll das nochmals zeigen: [Die Werte sind in ccm angegeben]

	Tagesmittelwert[1] aus allen Untersuchungen	Tagesmittelwert[1] höchster	Max./Tag	Max./Std.
Tortella-inclinata-Assoziation	0,54	G_{II} 0,61	G_{II} 7,3	G_{II}, Lk_{III}, B_I 0,9
Thalloedema-coeruleonigricans-Assoziation	0,47	Lk_I 0,53	Lk_I 6,3	Lk_I 1,0
Grimmia-pulvinata-Assoziation	0,51	—	F_{III} 6,1	F_{III} 0,8
Trichostomum-pallidisetum-Ass.	0,31	Lk_{II} 0,48	Lk_{II} 5,7	Lk_{II} 0,9
Weisia-crispata- bezw. *Hymenostomum-tortile*-Assoziation .	0,28	G_V 0,33	G_V 3,9	G_V 0,6
Encalypta-contorta-Assoziation	0,25	—	C_{IV} 3,05	C_{IV} 0,5
Abietinella-abietina-Assoziation, gemessen an Assoziationsfragmenten im Gebüsch . .	0,17	—	B_{VII} 2,0	B_{VII} 0,4

[1] Vgl. Anm. 2, S. 33.

Ich betone aber, daß die geringe Verdunstungskraft des Standortes in Spalten, Fugen und kleinen Höhlen nicht gleichbedeutend ist mit einer reichlichen Wasserversorgung ihrer Pflanzen. Denn während z. B. am 7. 9. nach einem kurzen Regen alle Moospolster der Zenithfläche bei C_{IV} mit Wasser vollgesogen waren, fand ich die Moose in der Höhle und Fuge, C_I und C_{III}, noch völlig trocken. C_I, die Höhle, blieb auch nach mehrtägigem Regenwetter bis zum 10. 9. trocken. Allerdings erfolgt die Austrocknung an solchen Standorten bedeutend später als z. B. an den Zenithflächen. Die Gunst der Standorte, wenn man hier überhaupt von Gunst reden will, ist nicht in größerer, absoluter Feuchtigkeit, sondern eher in der größeren Gleichmäßigkeit der Feuchtigkeitsverhältnisse zu sehen.

Ein Vergleich der höchsten Verdunstungswerte mit den von Huber, Heilig, Schanderl, Volk und Walter gefundenen ergibt: (angegeben in Kubikzentimeter/Stunde, soweit nicht anders bemerkt, gemessen mit Piche-Evaporimeter).

				Papier:
Huber	an xerothermen Standorten Südtirols	7^{00} bis 19^{00} Tagesmittelwerte 14^{00} bis 20^{00} Nachmittagsmittelwerte bis	0,67 0,93[1])	weiß
Heilig	Zentralkaiserztuhl	8^{00} bis 18^{00} mittlere Stundenwerte Maximum/Std.	0,8 u. 1,0 2,67	grün[2])
Schanderl	In Wellen- u. Muschelkalkflora des Maintales zwischen Würzburg u. Gambach 80 cm über dem Boden am Plateaurand	Maximum in 1/2 Std. (in 1 Std.) 2. 7. 28	1,3 (2,6)	grün
Volk	Unbewaldete Düne b. Sandhausen	Maximum in 1 Std. im Juli 1928	1,85	grün
Walter[4])	Sonniger Felshang im Lunzer-Seengebiet	Maximum in 1/2 Std. (in 1 Std.)	1,12 (2,24)	grün
ich fand	an Bänken des Muschelkalks bei Jena	Maxima in 1 Std. 12. 8. 35 9^{00} bis 19^{00} mittlere Stundenwerte	1,2 u. 1,3 (1,56 u. 1,69) 0,96 B_{II} 0,78 B_{IV} 0,59 B_{VII}	weiß (grün[3]) weiß

Es sind also die von mir gefundenen maximalen Werte bedeutend niedriger als die von Heilig, Walter, Schanderl und Volk ange-

[1]) Diese mittleren Werte sind aus folgenden Angaben der Gesamtverdunstung bei Huber (1925, S. 61) errechnet.

Gesamtverdunstung: 14^{00}—20^{00} = 5,6 cm³
7^{00}—19^{00} „ 8,0 cm³

Offenbar hat auch Heilig (1930/31) diese von ihr auf S. 253 zitierten Mittelwerte Hubers errechnet.

[2]) Nach Walter (1928) verdunsten unter dem Einfluß der direkten Sonnenstrahlen bei grünem Papier 30% mehr als bei weißem.

[3]) Zum Vergleich sind die mit weißem Papier bei direkter Sonnenstrahlung gefundenen Werte um 30% erhöht, was also nach Walter einer Messung mit grünem Papier entspräche. Für die mittleren Stundenwerte war eine Beziehung auf grünes Papier nicht möglich, da die Evaporimeter wechselnd Sonne und Schatten ausgesetzt waren.

[4]) Bei der von Walter (1928) auf S. 256 angegebenen Verdunstung von 2,86 cm³ pro Std. handelt es sich nach brieflicher Mitteilung des Verfassers um einen Druckfehler. Der Zusatz pro Stunde ist dort wie in der nächstfolgenden Tabelle zu streichen.

gebenen. Mit den Tagesmittelwerten von Huber und Heilig stimmen sie überein. Daher halte ich die Standorte der xerotopen Moosassoziationen um Jena in Bezug auf die Feuchtigkeitsverhältnisse zwar für extrem, aber im Vergleich zu anderen xerothermen Standorten Deutschlands wenigstens in den Höchstwerten für gemäßigt.

Diese Mäßigung, die trotz der sehr hohen Temperaturen besteht, ist durch den hohen Wasserdampfgehalt der Luft, durch reichliche Nebel- oder Taubildung zu erklären.

Ergebnisse der ökologischen Untersuchungen.

Allgemein gilt, daß alle von mir untersuchten Kleinpflanzengesellschaften ihre Lebensfähigkeit unter den dargestellten extremen Umweltbedingungen behalten. Sie nehmen ihre Lebenstätigkeit nach Regen immer wieder auf, vielleicht auch nach feuchten Nächten wenigstens für Stunden. Zwar mag — wie es bei *Tortula ruralis* besonders auffällig ist — das Sprossystem absterben, doch bleiben genügend regenerative Zellen erhalten, die bei Eintritt feuchter Jahreszeit ein neues Sprossystem entwickeln. Das wurde auch von Irmscher (1912) bei *Grimmia pulvinata* beobachtet und beschrieben.

Die Assoziationen der Zenith-, Neigungs- und Stirnflächen der Kalkbänke, die *Thalloedema-coeruleonigricans-*, *Grimmia-pulvinata-*, *Toninia-candida-*, *Aloina-stellata-* und *Tortella-inclinata-*Assoziation, ertragen sehr extreme Umweltbedingungen; ihre Verbreitung wird vor allem durch den Konkurrenzkampf bestimmt, für den *Thalloedema* am geeignetsten zu sein scheint.

Die *Encalypta-contorta-*Assoziation ist dagegen an ein gemäßigteres Mikroklima gebunden, das ihr durch die Beschränkung auf Standorte mit O-N-W-Expositionen gesichert ist. Von den Assoziationen der kleinen Höhlen, Fugen und Spalten der Kalkbänke ist das mediteranne *Trichostomum pallidisetum* als weitgehend unabhängig von den klimatischen Faktoren anzusehen, da es ja gerade den winterlichen Minima in starkem Maße ausgesetzt ist und da auch die sommerlichen Maxima sehr hoch werden können. Es ist im Mediterrangebiet an gleiche Standorte wie bei uns gebunden. Daraus schließe ich, daß nur das Vorhandensein der Kalkbänke an sich, nicht besondere mikroklimatische Eigenheiten seines Standortes, sein Fortkommen und gutes Gedeihen bedingt. Die Kalkbänke bieten mit ihren kleinen Höhlen, Fugen und Spalten geeignete Plätze zur Besiedlung, die von anderen Moosen seltener eingenommen werden.

Die mediterrane *Weisia crispata* bezw. das *Hymenostomum tortile* bevorzugt dagegen die tieferen Spalten, die ein stark gemäßigtes Kleinklima bieten. Sein seltenes Fruktifizieren ist vielleicht auf den geringen Lichtgenuß zurückzuführen.

Die Assoziationen des lichten Gebüsches, die normalerweise unter gemäßigten Umweltbedingungen existieren, können auch unter sehr extremen klimatischen Verhältnissen fortbestehen, wenn auch meist nur als Fragmente, die nur kleine Flächen decken.

Es besteht also die zu Anfang der Untersuchungen hypothetisch unterstellte Gesetzmäßigkeit des Einflusses der ökologischen Faktoren

auf die Standorte verschiedener Assoziationen. Somit war es berechtigt, die Eigenschaften des Standortes bei der Feststellung typischer Gesellschaften als charakteristisches Merkmal zu verwenden.

Schluß.

Viele der einleitend genannten Autoren wie Grebe (1911), Amann (1928), Gams (1932) und Greter (1936) beschränken sich darauf, die Moose zu großen Gesellschaften zusammenzufassen. So unterscheidet Greter unter anderem die Gesellschaften verschiedener Wälder (des Buchen-, Fichtenwaldes usw.), verschiedener Moore (Hoch- und Uebergangsmoore), verschiedener Gewässer und Gesteine. — Eine eingehende Bearbeitung und Gliederung dieser großen Gesellschaften in ihre einzelnen Komponenten nahmen Gams (1927) für die Moosgesellschaften des Wallis, Ochsner (1928) für die Epiphyten des schweizerischen Mittellandes, Wisniewski (1929) für die eines Waldes in Polen und Vareschi (1936) für die Epixylen Zürichs vor. Meine Arbeit soll einen Beitrag zur soziologischen Erforschung der *Bryochamaephyten* trockener Standorte liefern. Sie mußte, um gründlich zu sein, auf ein relativ kleines Gebiet beschänkt werden.

Alle von mir angeführten Assoziationen sind Greters Gesellschaften der trockenen Kalkfelsen zuzurechnen — (sie zeigen gemäß der verschiedenen Lage der Gebiete [Alpen und Herzynischer Bez.] eine wesentlich andere Zusammensetzung) —. Eine Gliederung war aber notwendig; denn die trockenen Kalkfelsen dürfen nicht als einheitlicher Standort angesehen werden. Selbst bei gleicher Exposition können ja die Standortsfaktoren z. B. einer Höhle bezw. Spalte und einer Zenith- oder Stirnfläche grundverschieden sein. Daher wird ein typischer Besiedler der Höhlen und Spalten (z. B. *Trichostomum pallidisetum*) niemals auf die Zenith- oder Stirnflächen der trockenen Felsen übergehen.

Um den wichtigsten der Standortsfaktoren, das Mikroklima, mit Sicherheit zu bestimmen, müßten jahrelang entsprechende Messungen durchgeführt werden. Meine Untersuchungen auf diesem Gebiet, deren Ergebnisse eine Vorstellung von den herrschenden Kleinklimata vermitteln, können und wollen dazu nur einen Beitrag liefern.

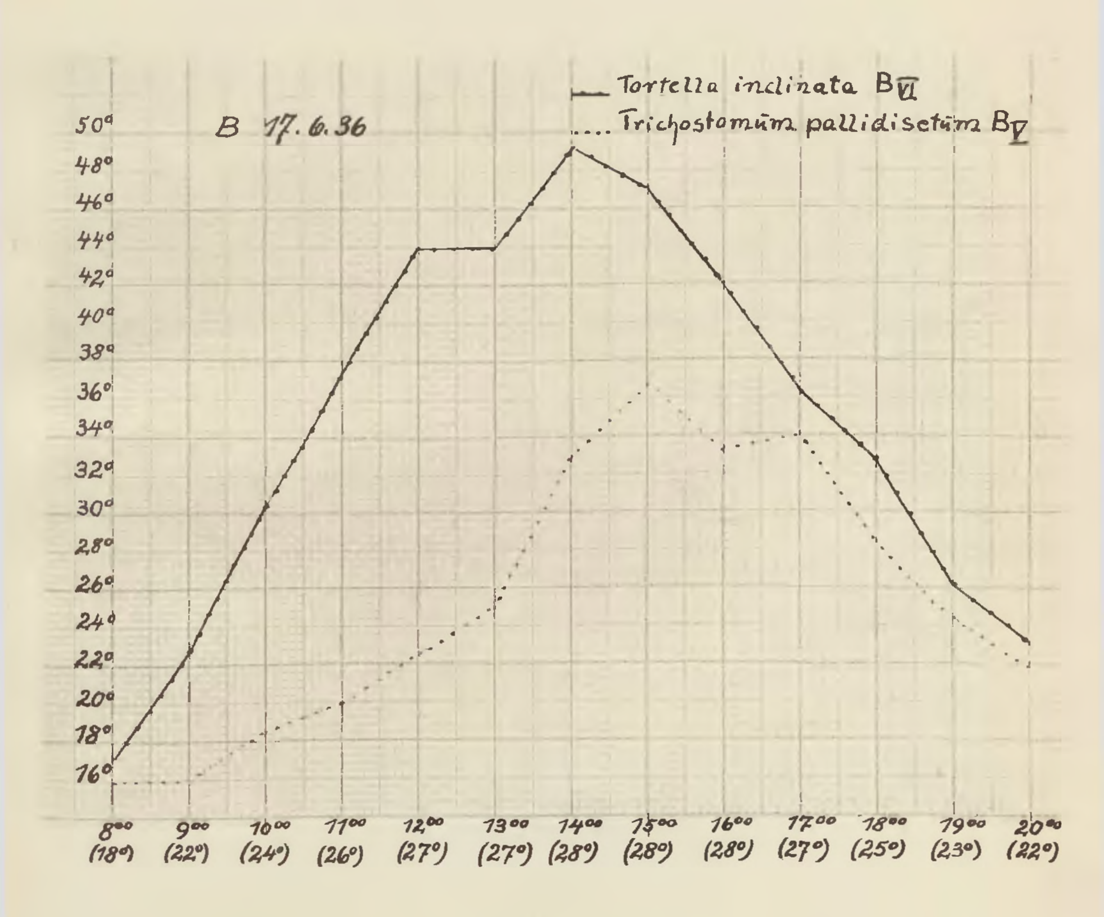
Berichtigung von Druckfehlern:

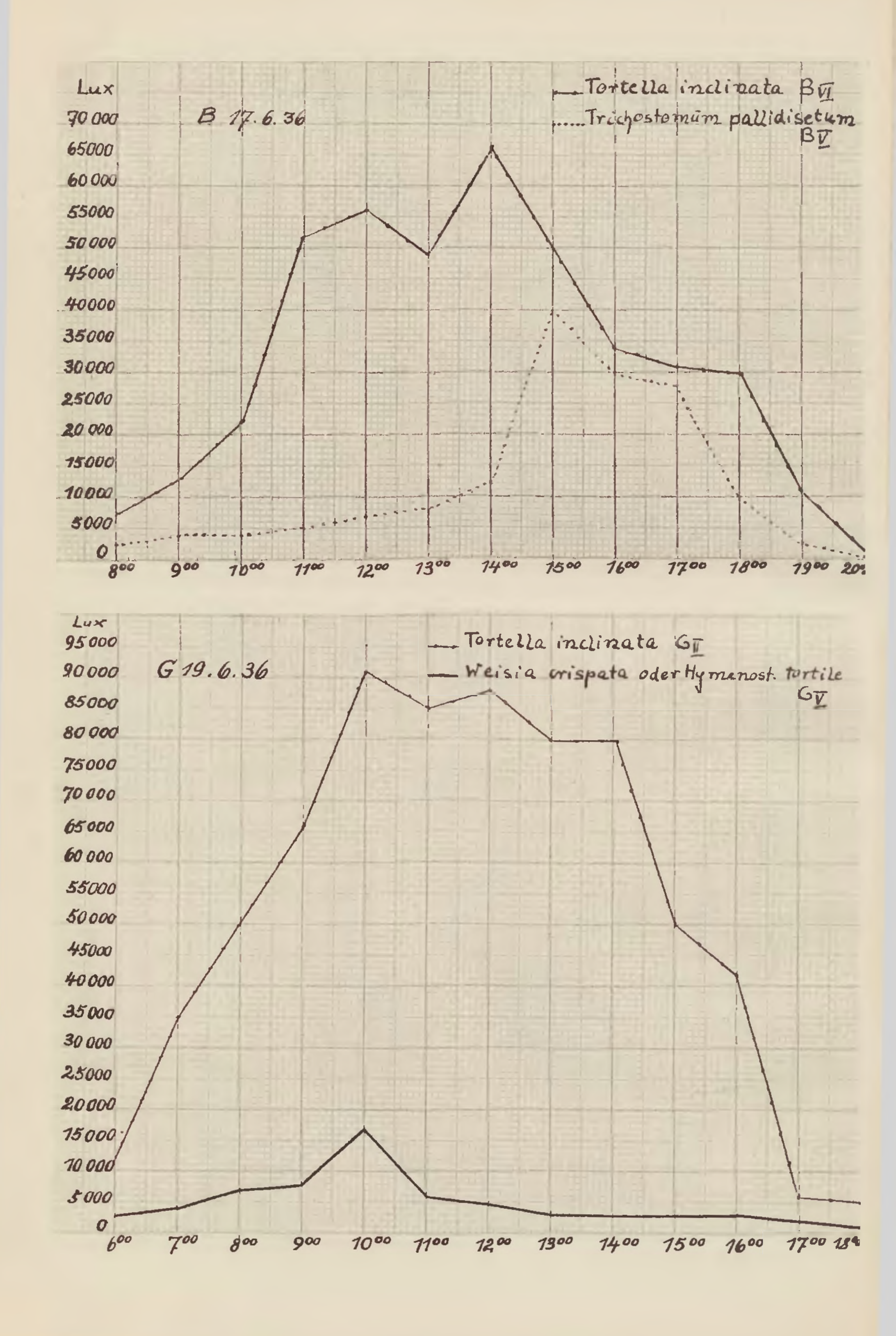
S. 8, Zeile 17 und 18 nicht Abb. Nr. 1 u. 2 auf Tafel 1, sondern Tab. XIII, Nr. 1 u. 2.
Zeile 35 u. 36 nicht Abb. 3 auf Tafel II, sondern Tab. XIV, Nr. 1.
S. 22, Zeile 19 nicht Tab. XV, sondern Tab. XV, Nr. 3.
Zeile 34 „oder einer“ ist zu streichen!
S. 30, Zeile 8 nicht E, sondern F.
S. 31, Zeile 40 nicht μ, sondern mμ.



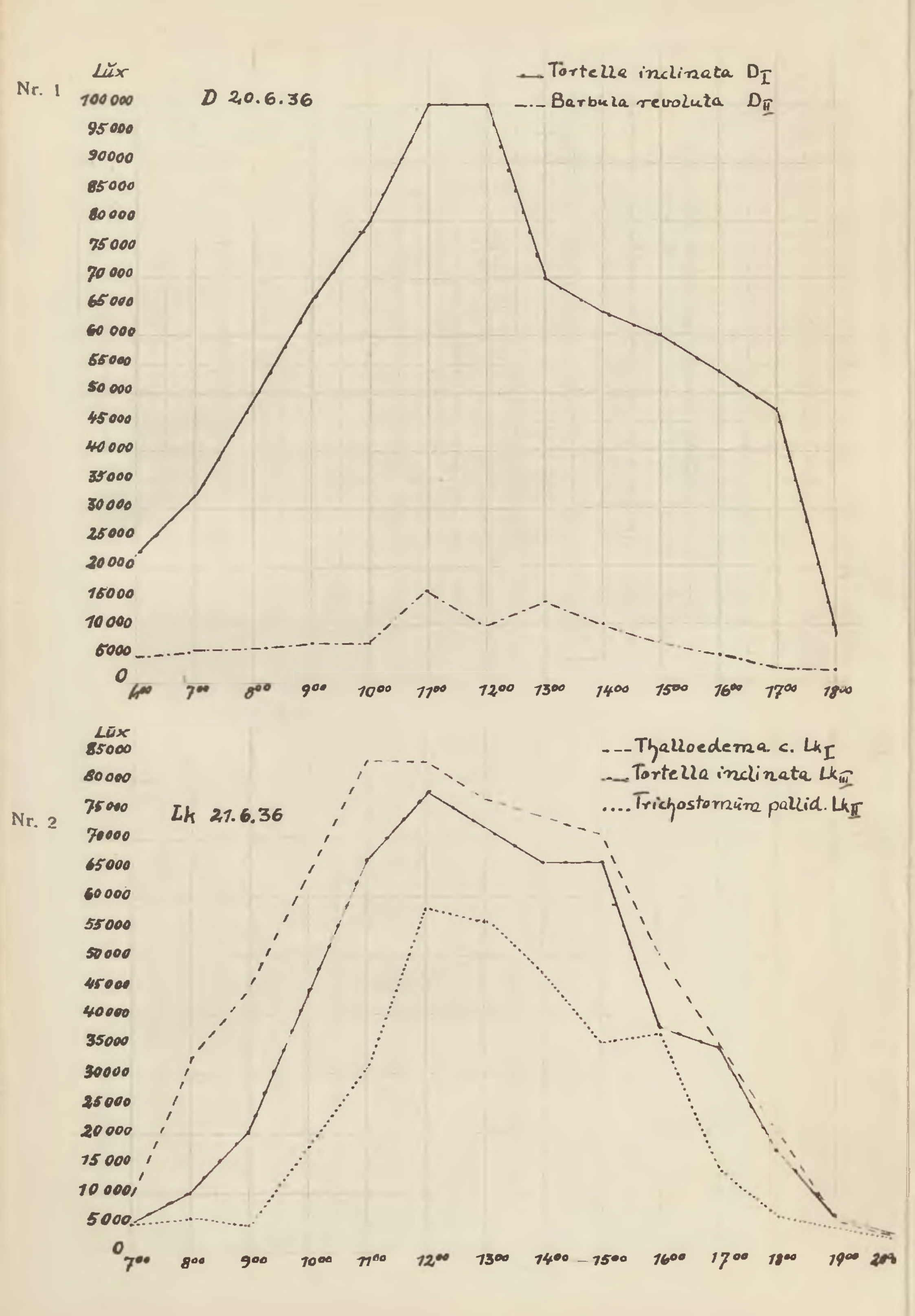
Nachwort.

Herrn Professor Dr. Th. Herzog bin ich für die Anregung und Leitung der vorliegenden Arbeit zu großem Dank verpflichtet. Für das meiner Arbeit entgegengebrachte Interesse möchte ich Herrn Professor Dr. O. Renner herzlich danken. Herrn Dr. Bujakowski, Herrn Dr. Christoph, Herrn Professor Dr. Hanle, Herrn Professor Dr. Rüger und Herrn Hofrat Dr. Zahlbruckner (Wien) danke ich für ihre freundliche Hilfe, der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Ueberlassung eines Instrumentes.


B 17.6.36
— Tortella inclinata B VI
.... Trichostomum pallidisetum B V
50°
48°
46°
44°
42°
40°
38°
36°
34°
32°
30°
28°
26°
24°
22°
20°
18°
16°
8⁰⁰ (18°)
9⁰⁰ (22°)
10⁰⁰ (24°)
11⁰⁰ (26°)
12⁰⁰ (27°)
13⁰⁰ (27°)
14⁰⁰ (28°)
15⁰⁰ (28°)
16⁰⁰ (28°)
17⁰⁰ (27°)
18⁰⁰ (25°)
19⁰⁰ (23°)
20⁰⁰ (22°)

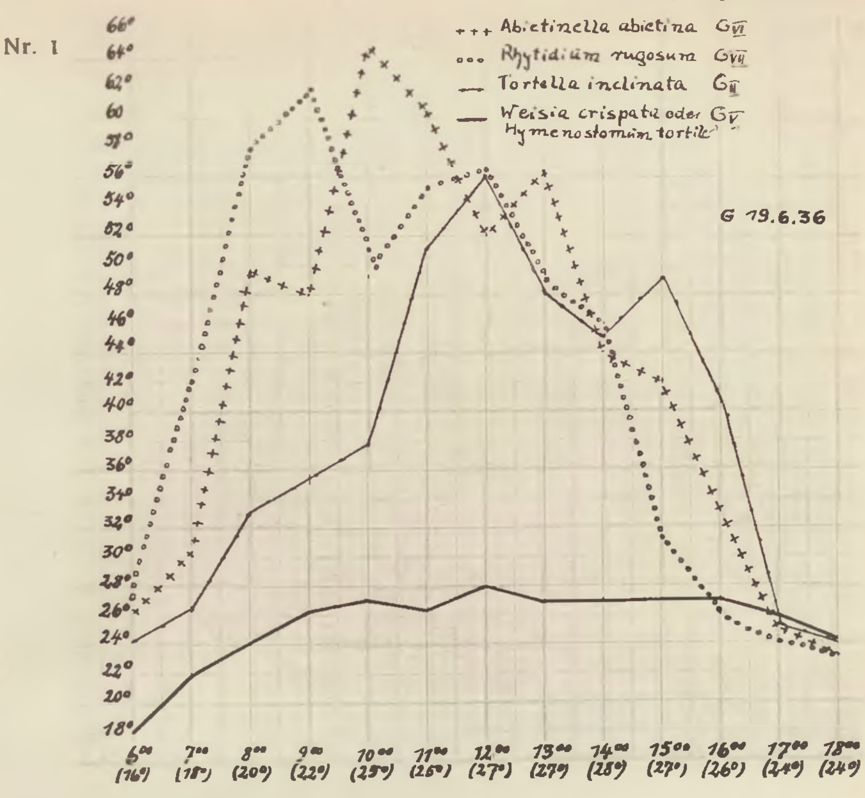


Lux
B 17.6.36
Tortella inclinata BVI
Trichostomum pallidisetum BV
70 000
65000
60 000
55000
50 000
45000
40000
35000
30000
25000
20 000
15000
10000
5000
0
8⁰⁰ 9⁰⁰ 10⁰⁰ 11⁰⁰ 12⁰⁰ 13⁰⁰ 14⁰⁰ 15⁰⁰ 16⁰⁰ 17⁰⁰ 18⁰⁰ 19⁰⁰ 20⁰⁰
Lux
G 19.6.36
Tortella inclinata GII
Weisia crispata oder Hymenost. tortile GV
95 000
90 000
85000
80 000
75000
70 000
65 000
60 000
55000
50 000
45000
40 000
35 000
30 000
25000
20000
15000
10 000
5000
0
6⁰⁰ 7⁰⁰ 8⁰⁰ 9⁰⁰ 10⁰⁰ 11⁰⁰ 12⁰⁰ 13⁰⁰ 14⁰⁰ 15⁰⁰ 16⁰⁰ 17⁰⁰ 18⁰⁰



Nr. 1
Lux
D 20.6.36
Tortelle inclinata D_I
Barbula revoluta D_{II}
100 000
95 000
90000
85 000
80 000
75 000
70 000
65 000
60 000
55 000
50 000
45 000
40 000
35 000
30 000
25 000
20 000
15000
10 000
5000
0
6⁰⁰ 7⁰⁰ 8⁰⁰ 9⁰⁰ 10⁰⁰ 11⁰⁰ 12⁰⁰ 13⁰⁰ 14⁰⁰ 15⁰⁰ 16⁰⁰ 17⁰⁰ 18⁰⁰
Nr. 2
Lux
Lk 21.6.36
Thalloedema c. Lk_I
Tortella inclinata Lk_{III}
Trichostomum pallid. Lk_{II}
85000
80 000
75 000
70 000
65 000
60 000
55 000
50 000
45 000
40 000
35000
30000
25 000
20 000
15 000
10 000
5 000
0
7⁰⁰ 8⁰⁰ 9⁰⁰ 10⁰⁰ 11⁰⁰ 12⁰⁰ 13⁰⁰ 14⁰⁰ 15⁰⁰ 16⁰⁰ 17⁰⁰ 18⁰⁰ 19⁰⁰ 20⁰⁰

Nr. 1



Nr. 2

— Tortella inclinata Lk II
.... Trichostomum pallid Lk II
++ Abietinella abietina Lk IV
-- Thalloedema c. Lk I

Lk 27.6.36

64° 62° 60° 58° 56° 54° 52° 50° 48° 46° 44° 42° 40° 38° 36° 34° 32° 30° 28° 26° 24° 22° 20° 18°

7⁰⁰ (17°) 8⁰⁰ (20°) 9⁰⁰ (25°) 10⁰⁰ (26°) 11⁰⁰ (28°) 12⁰⁰ (28°) 13⁰⁰ (28°) 14⁰⁰ (29°) 15⁰⁰ (29°) 16⁰⁰ (29°) 17⁰⁰ (28°) 18⁰⁰ (27°) 19⁰⁰ (25°) 20⁰⁰ (22°)

Nr. 1

ccm

— Grimmia pulvinata F_{III}

— Weisia crispata oder Hymenost. tortile F_{I}

-·-·- Weisia viridula oder Hymenost. microst. F_{V}

F 18.6.36

0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,3
0,1
0

7⁰⁰ (16°) 8⁰⁰ (19°) 9⁰⁰ (22°) 10⁰⁰ (26°) 11⁰⁰ (28°) 12⁰⁰ (28°) 13⁰⁰ (30°) 14⁰⁰ (30°) 15⁰⁰ (30°) 16⁰⁰ (30°) 17⁰⁰ (29°) 18⁰⁰ (27°) 19⁰⁰ (25°) 20⁰⁰ (25°)

Nr. 2

ccm

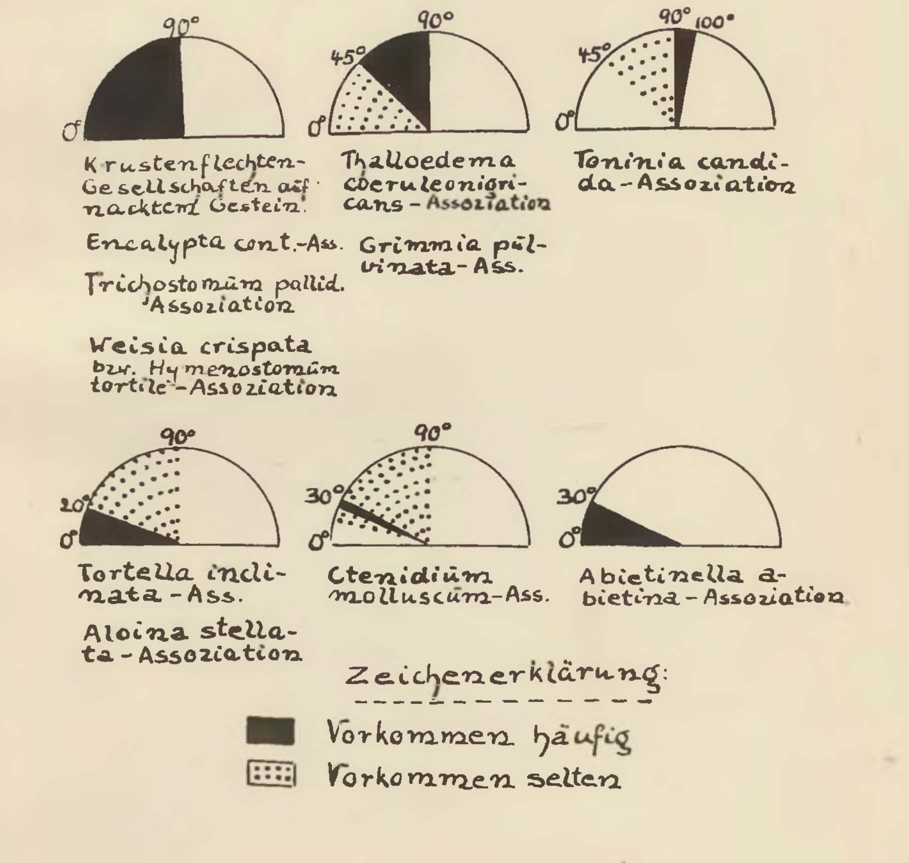
— Weisia crispata oder Hymenost. tortile G_{V}

— Tortella inclinata G_{II}

G 19.6.36

0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0

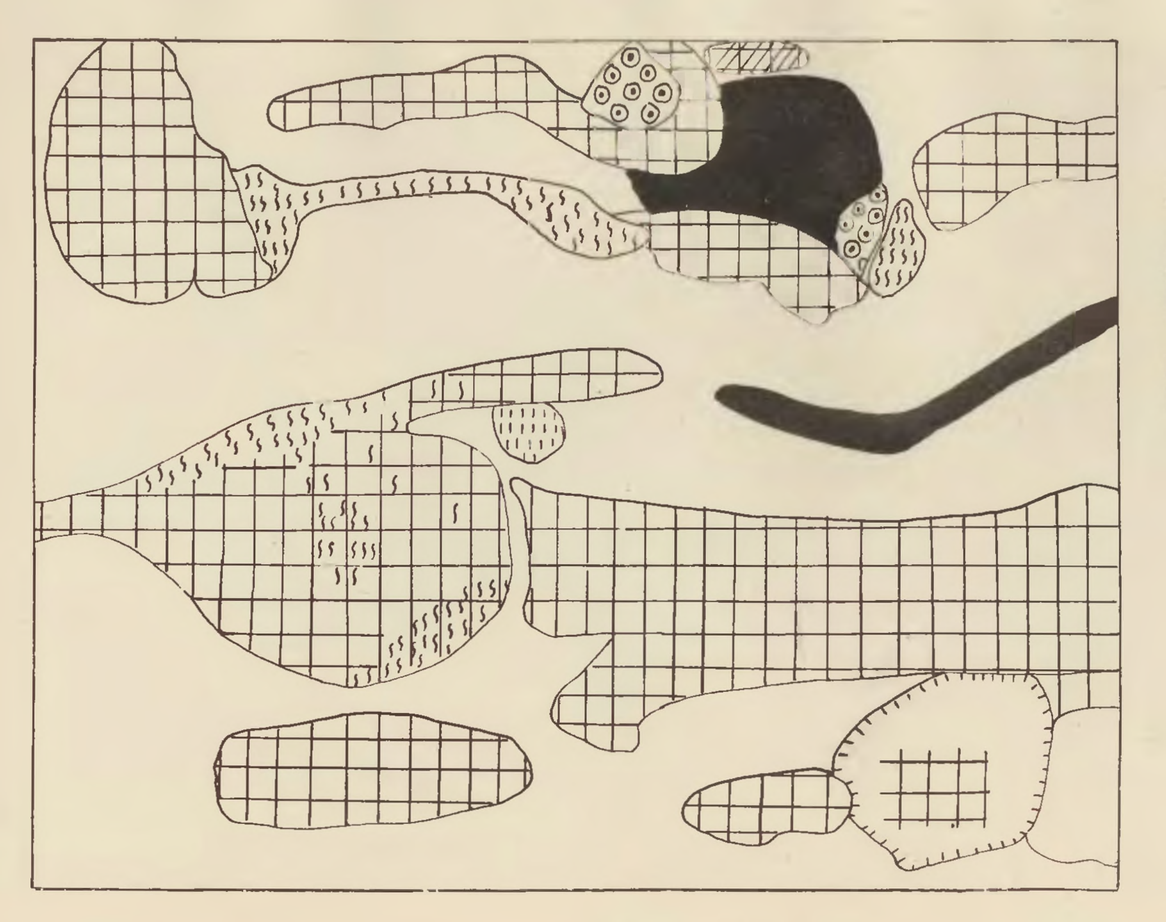
6⁰⁰ (16°) 7⁰⁰ (18°) 8⁰⁰ (20°) 9⁰⁰ (22°) 10⁰⁰ (25°) 11⁰⁰ (25°) 12⁰⁰ (27°) 13⁰⁰ (27°) 14⁰⁰ (28°) 15⁰⁰ (27°) 16⁰⁰ (26°) 17⁰⁰ (24°) 18⁰⁰ (24°)



Schematische Darstellung der Abhängigkeit der Moos- bezw. Flechtengesellschaften von der Neigung des Standortes.



Schematische Darstellung der Abhängigkeit der Moos- bezw. Flechtengesellschaften von der Exposition des Standortes.



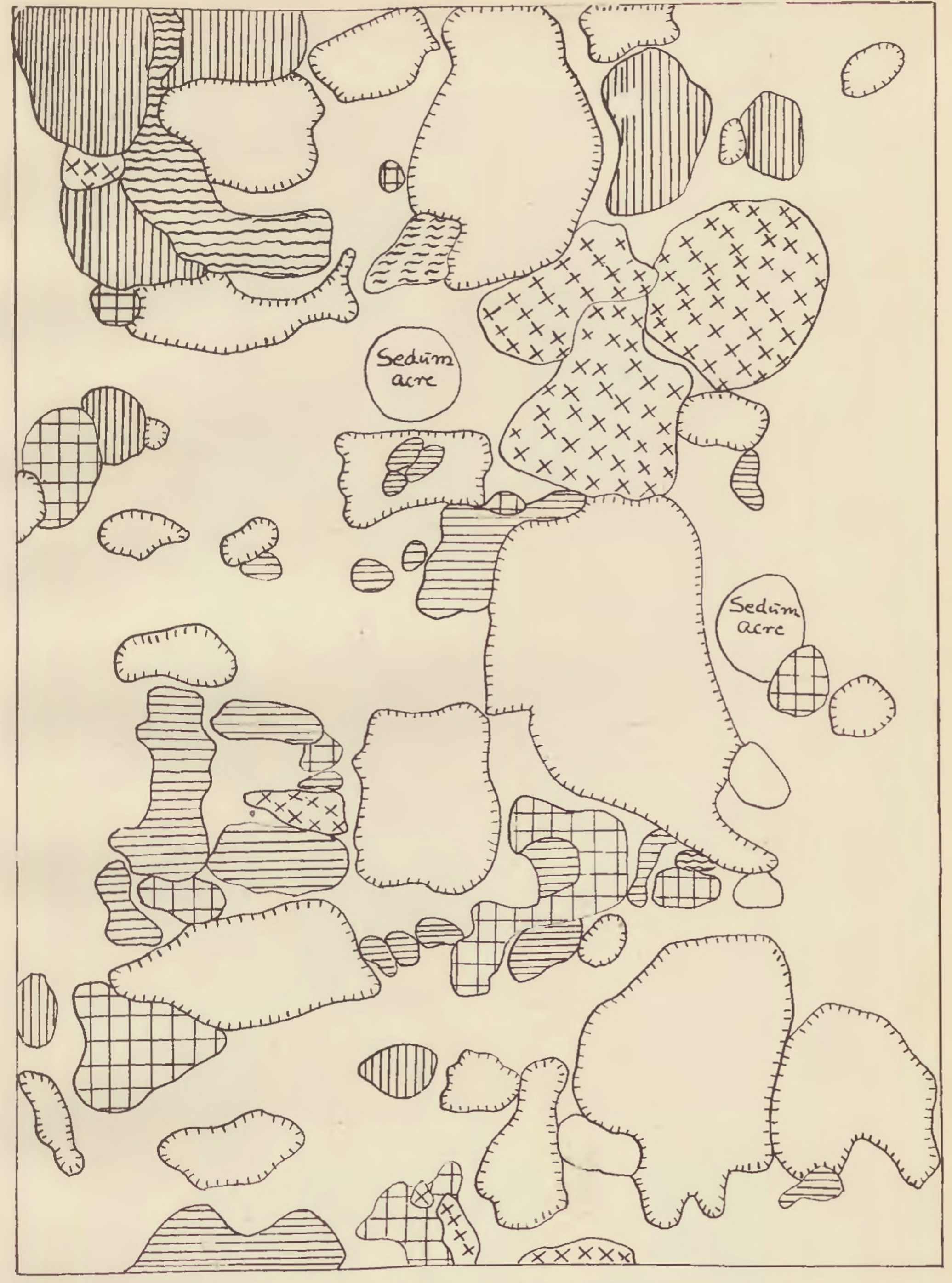
~~Nr. 9:~~ Ausschnitt aus der *Thalloedema coeruleonigricans* Assoziation B II.

Zeichenerklärung:

- *Thalloedema coeruleonigricans*
- *Tortella-inclinata*
- *Encalypta contorta*
- *Barbula rigidula*
- *Aloina stellata*
- *Tortula montana* und *T. ruralis*
- *Barbula fallax*

Natürl. Größe.

Fedde, Rep. Beih. XCIX. tab. VIII.



Ausschnitt aus der *Tortella-inclinata*-Assoziation DI.

Zeichenerklärung:

Tortella-inclinata	*Lecidea decipiens*
Caloplaca fulgens	*Dermatocarpon hepaticum*
Cladonia pyxidata	*Abietinella abietina*
Thalloedema coeruleonigricans	

Natürl. Größe.

~~Nr. 5 u. 6:~~ Nr. 1 u. 2: Ausschnitte aus der *Tortella-inclinata*-Assoziation D I.

Zeichenerklärung:

- *Tortella-inclinata*
- *Grimmia apocarpa*
- *Ditrichum flexicaule*
- *Caloplaca fulgens*
- *Thalloedema coeruleonigricans*
- *Tortula montana* oder *T. ruralis*
- *Barbula fallax*
- *Abietinella abietina*

Natürl. Größe.

Nr. 1

5

5

Nr. 2

Sedum acre

6



● = Standorte von *Trichostomum pallidisetum*.



● — Standorte, an denen gemessen wurde.

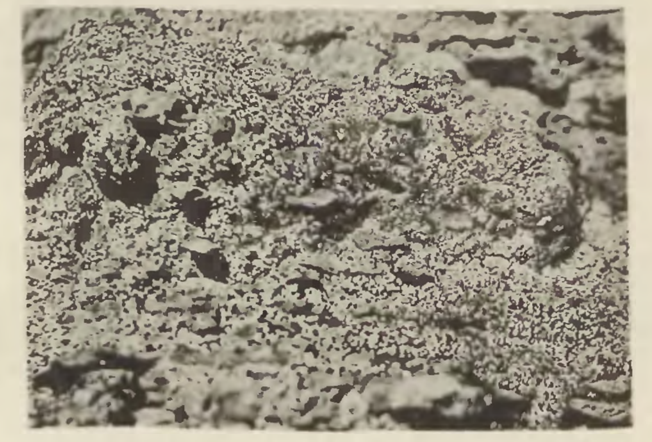
Fedde, Rep. Beih. XCIX. tab. XII.

Nr. 1



Standort der *Thalloedema-coeruleonigricans* - Assoziation an den Sonnenbergen bei Lk. [1])

Nr. 2



Thalloedema-coeruleonigricans - Assoziation südlich von Dürrengleina. $^1/_4$ natürl. Größe.

[1]) Vergl. S. 30

Nr. 1

Grimmia-pulvinata - Assoziation südlich von Dürrengleina. $^1/_{10}$ natürl. Größe.

Nr. 2



Toninia-candida - Assoziation an einer Terebratula-bank bei Jena. $^1/_5$ natürl. Größe.

Nr. 1



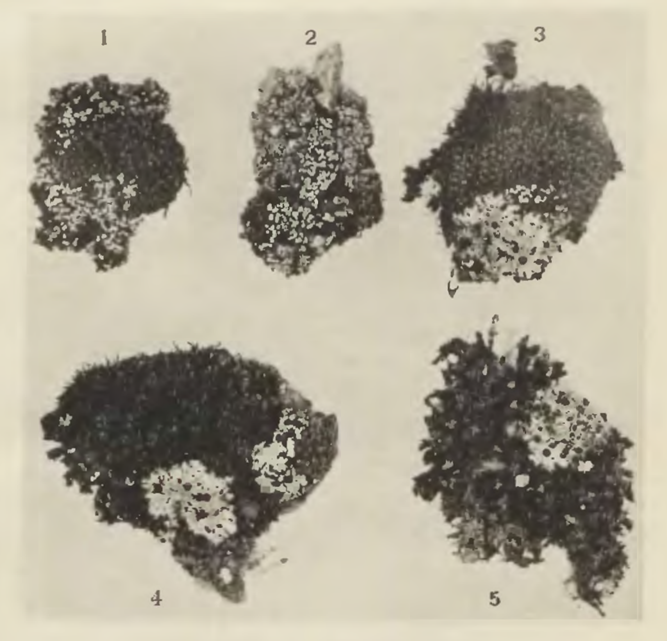
Ausschnitt aus der *Tortella-inclinata* - Assoziation DI am oberen Ausgang der Drachenschlucht bei Jena. $^1/_4$ natürl. Größe.

Nr. 2



Caloplaca fulgens. $^1/_2$ natürl. Größe.

Nr. 3



Beispiele von Sukzessionen:
Aus der *Tortella-inclinata* - Assoziation DI. - $^4/_5$ natürl. Größe.

729/20 Pc.